

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2005-031251

(43)Date of publication of application : 03.02.2005

(51)Int.Cl.

G09F 9/33
G09F 9/30
H05B 33/14

(21)Application number : 2003-194469

(71)Applicant : HITACHI LTD
HITACHI DISPLAYS LTD

(22)Date of filing : 09.07.2003

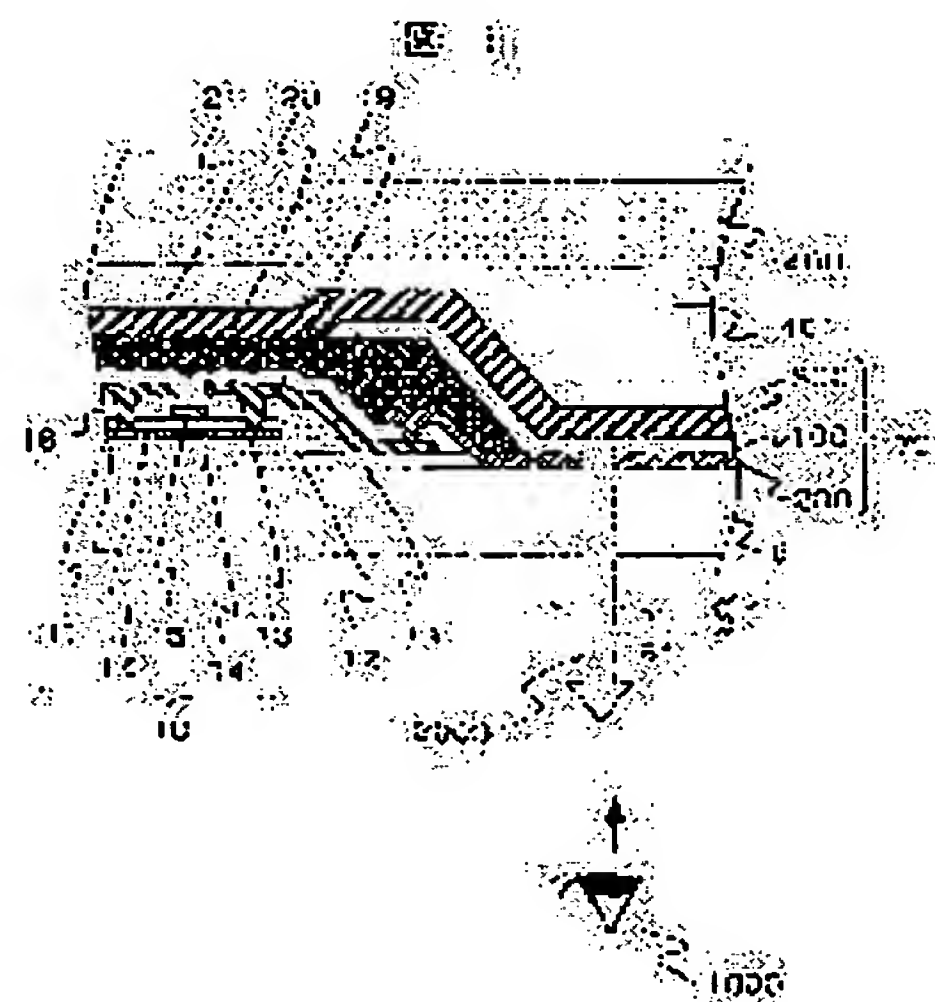
(72)Inventor : ADACHI MASAYA
SATO TOSHIHIRO
TOKUDA HISANORI

(54) LIGHT EMISSION TYPE DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a light emission type display device with which display with small color variation can be obtained over a wide range of viewing angles.

SOLUTION: In the light emitting type display device, a membrane unnecessary for light emitting operation of a light emitting element is removed at least in a light emitting area, and the relation of $\lambda_{\max} < \lambda_{\min}$ is satisfied, when a wavelength with which the intensity of interference with respect to the light emitted from the light emitting layer constituting the light emitting elements takes a maximum value at a zero degree viewing angle is expressed by λ_{\max} , and a wavelength with which the intensity of the light emitted from the light emitting layer is maximized is expressed λ_{\min} .



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

16.02.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]



CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]

The luminescence mold display by which it is being [it / it is the luminescence mold display which has the light emitting device which constitutes two or more pixels arranged in the shape of a matrix, and / wavelength with the wavelength shorter than the wavelength from which the luminous intensity emitted from said luminous layer serves as max from which the reinforcement of the interference to the light emitted from the luminous layer which constitutes said light emitting device in the angle of visibility of 0 degree serves as the maximal value] characterized.

[Claim 2]

The luminescence mold display characterized by to fill the relation of $\lambda_{\text{max}} < \lambda_{\text{emax}}$ when the luminous intensity which emits the wavelength from which the reinforcement of the interference to the light emitted from the luminous layer which constitutes said light emitting device in the luminescence mold display which has the light emitting device which constitutes two or more pixels arranged in the shape of a matrix serves as the maximal value in the angle of visibility of 0 degree from λ_{max} and said luminous layer sets wavelength used as max to λ_{emax} .

[Claim 3]

The luminescence mold display with which it is the luminescence mold display which has the light emitting device which constitutes two or more pixels arranged in the shape of a matrix, and the wavelength from which the reinforcement of the interference to the light emitted from the luminous layer which constitutes said light emitting device in the angle of visibility of 0 degree serves as the minimal value is long wave length, and is characterized by not to exist in a visible wavelength field rather than the wavelength from which the luminous intensity emitted from said luminous layer serves as max.

[Claim 4]

The luminescence mold display characterized by to fill the relation of $\lambda_{\text{emax}} - 50 \text{ nm} \leq \lambda_{\text{max}} < \lambda_{\text{emax}}$ when the luminous intensity which emits the wavelength from which the reinforcement of the interference to the light emitted from the luminous layer which constitutes said light emitting device in the luminescence mold display which has the light emitting device which constitutes two or more pixels arranged in the shape of a matrix serves as the maximal value in the angle of visibility

of 0 degree from λ_{daimax} and said luminous layer sets the wavelength used as max to λ_{daemax} .

[Claim 5]

The luminescence mold display characterized by to fill the relation of $\lambda_{\text{daemax}} + 70 \text{ nm} \leq \lambda_{\text{imin}}$ when the luminous intensity which emits the wavelength from which the reinforcement of the interference to the light emitted from the luminous layer which constitutes said light emitting device in the luminescence mold display which has the light emitting device which constitutes two or more pixels arranged in the shape of a matrix serves as the minimal value in the angle of visibility of 0 degree from λ_{daimin} and said luminous layer sets the wavelength used as max to λ_{daemax} .

[Claim 6]

It is the luminescence mold display which has the light emitting device which constitutes two or more pixels arranged in the shape of a matrix. The maximal value of plurality [light / which is emitted from the luminous layer which constitutes said light emitting device] exists in white or luminescence reinforcement. The wavelength from which the reinforcement of the interference to the light emitted from said luminous layer in the angle of visibility of 0 degree serves as the maximal value Are shorter than the wavelength from which the luminous intensity emitted from said luminous layer in a visible wavelength field serves as the maximal value. The luminescence mold display with which the wavelength from which the reinforcement of said interference furthermore serves as the minimal value is long wave length, and is characterized by not existing in a visible wavelength field rather than the wavelength from which the luminous intensity emitted from said luminous layer serves as the maximal value.

[Claim 7]

It is the color luminescence mold display which has the light emitting device which constitutes two or more pixels arranged in the shape of a matrix. The wavelength from which the reinforcement of the interference to the light emitted from the luminous layer which constitutes said light emitting device in the angle of visibility of 0 degree serves as the maximal value λ_{daimax} , The color luminescence mold display characterized by filling the relation of $\lambda_{\text{daemax}} - 50 \text{ nm} \leq \lambda_{\text{imax}} < \lambda_{\text{dmax}}$ or $\lambda_{\text{daemax}} + 70 \text{ nm} \leq \lambda_{\text{imin}}$ when the luminous intensity which emits the wavelength used as the minimal value from λ_{daimin} and said luminous layer sets wavelength used as max to λ_{daemax} .

[Claim 8]

The color luminescence mold display characterized by for said light emitting device being an organic light emitting diode component, and being $RT \geq GT \geq BT$ when it is

set as GT in RT and a green pixel and thickness of the organic film which constitutes said organic light emitting diode component is set to BT by the blue pixel by the red pixel in a color luminescence mold display according to claim 7.

[Claim 9]

It is the luminescence mold display which has the light emitting device which constitutes two or more pixels arranged in the shape of a matrix. It is the luminescence mold indicating equipment of the active-matrix drive mold which takes out light from the transparence substrate side with which the switching element by which said indicating equipment controls flashing of a light emitting device was formed. At least one layer in two or more insulator layers which constitute said switching element from a luminescence field of said pixel at least is removed alternatively. The wavelength from which the reinforcement of the interference to the light emitted from the luminous layer which furthermore constitutes said light emitting device serves as the maximal value in the angle of visibility of 0 degree λ_{dmax} , The luminescence mold display characterized by filling the relation of $\lambda_{\text{dmax}} - 50 \text{ nm} \leq \lambda_{\text{dmax}}$ or $\lambda_{\text{dmax}} + 70 \text{ nm} \leq \lambda_{\text{dmin}}$ when the luminous intensity which emits the wavelength used as the minimal value from λ_{dmin} and said luminous layer sets max and **** to wavelength λ_{dmax} .

[Claim 10]

The luminescence mold display characterized by a refractive-index difference with the transparent electrode with which said film removed alternatively constitutes said transparence substrate or said light emitting device being 0.4 or more in a luminescence mold display according to claim 9.

[Claim 11]

The luminescence mold indicating equipment characterized by removing two or more insulator layers of all that said switching element consists of low-temperature poly-Si TFT, and constitute the substrate film formed between said switching elements and said transparence substrates, and said switching element from a luminescence field of said pixel in a luminescence mold indicating equipment according to claim 9.

[Claim 12]

The luminescence mold indicating equipment characterized by for said switching element crossing to an omnidirection and surrounding it by the film of ion block nature in a luminescence mold indicating equipment according to claim 11.

[Claim 13]

The luminescence mold display which is a luminescence mold display which has the light emitting device which constitutes two or more pixels arranged in the shape of a

matrix, and is characterized by the luminous intensity taken out from said luminescence mold display to an observer side serving as max in the angle of visibility of 0 degree.

[Claim 14]

The luminescence mold display characterized by setting it to 10nm or less when the variation of the wavelength from which the luminous intensity taken out from said luminescence mold display to an observer side serves as max in a luminescence mold display according to claim 13 changes an angle of visibility from 0 degree to 60 degrees.

[Claim 15]

It is the luminescence mold display which has the light emitting device which constitutes two or more pixels arranged in the shape of a matrix. The substrate in which said light emitting device is formed for said luminescence mold display is a luminescence mold display which takes out light from the opposite side. The wavelength from which the reinforcement of the interference to the light emitted from the luminous layer which constitutes said light emitting device serves as the maximal value in the angle of visibility of 0 degree λ_{daimax} , The luminescence mold display characterized by filling $\lambda_{\text{imax}} < \lambda_{\text{emax}}$ and $\lambda_{\text{imin}} \geq \lambda_{\text{emax}} + 70\text{nm}$ relation when the luminous intensity which emits the wavelength used as the minimal value from λ_{daimin} and said luminous layer sets wavelength used as max to λ_{daemax} .

[Claim 16]

It is the luminescence mold display characterized by for said light emitting device having the electrode of light transmission nature in an optical ejection side in a luminescence mold display according to claim 15, and equipping a refractive index with the transparent body of 1.4–2.0 on the field by the side of the optical ejection of this electrode.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

This invention relates to a luminescence mold display equipped with light emitting devices, such as an organic light emitting diode component which has the structure which carried out the laminating of wavelength extent of light, or the thin film of the

thickness not more than it especially, about the luminescence mold display which displays by controlling luminescence actuation of the light emitting device arranged in the shape of a matrix.

[0002]

[Description of the Prior Art]

An organic light emitting diode (Organic Light-Emitting Diode) component is a component which transforms electrical energy into light energy and emits light by pouring forward negative charge into the luminous layer which consists of an organic thin film. a thin shape since the luminescence mold indicating equipment (henceforth a "OLED display") equipped with an organic light emitting diode component as a light emitting device is a spontaneous light type unlike the indicating equipment of the nonluminescent mold represented by the liquid crystal display and the sources of a fill-in flash, such as a back light, are unnecessary -- it is lightweight. An OLED display has a still larger angle of visibility, and it has the description that the speed of response of a display is early.

[0003]

The component which consists of the transparent electrode 200 which functions as an anode plate formed as an organic light emitting diode component 70 on the transparence substrate 6 which is illustrated to drawing 16 , a reflector 300 which consists of a metal of light reflex nature which functions as cathode, and organic film 100 of 3 layer structures which carried out the laminating of the electronic transportation layer 101, a luminous layer 102, and the hole transportation layer 103 one by one from the cathode side inter-electrode [these] is known. Generally the thickness of these film that constitutes the organic light emitting diode component 70 is less than [wavelength extent of dozens to hundreds of nm, and light, or it], and since the reflector serves as a mirror plane, the light emitted from a luminous layer is influenced of interference. With the organic light emitting diode component 70, an emission spectrum changes with angles of visibility, and the light 2000 which actually turns on an observer 1000 for this cross protection has the technical problem that a color changes. The same technical problem as this is produced also in an inorganic electroluminescent element.

[0004]

What establishes the structure scattered on a light emitting device in light is indicated by the following patent reference 1 and 2 to this technical problem.

[0005]

[Patent reference 1] JP,11-329742,A

[Patent reference 2] JP,2002-270365,A

Since the light emitted to these reference from a component is scattered about with a light-scattering object and the light of various travelling directions and phase contrast is mixed, change of the color to the angle of visibility which interference produces owing to is indicated to decrease sharply.

[0006]

[Patent reference 3] JP,4-328295,A

Moreover, the component which reduces change of the color to the angle of visibility which interference of light produces owing to by considering as the thickness which produces the brightness in which the amplitude exceeds the convergence brightness value for the thickness of an electronic transportation layer, including the secondary maximal value of a thickness brightness damping property in the patent reference 3 is indicated. This sets up conditions based on the thickness brightness damping property of an electronic transportation layer paying attention to interference produced according to the phase contrast of the light which goes to a direct observation person side among the light emitted from a luminous layer, and the light which goes to an observer side after reflecting with an electrode on the back.

[0007]

[Patent reference 4] JP,7-240277,A

Moreover, as what uses cross protection for the patent reference 4, the interface of a transparent electrode and a substrate, the interface of a transparent electrode and the high refractivity substrate film, or the interface of a transparent electrode and the low refractivity substrate film is dealt with with reflexivity, and the organic light emitting diode component which raises the color purity of luminescence light by controlling the optical thickness from cathode to an anode plate is indicated.

[0008]

Generally, the drive type of an OLED display can consider a active-matrix drive mold equipped with switching elements, such as a thin film transistor (henceforth "TFT"), and the passive-matrix drive mold which links directly the electrode which constitutes an organic light emitting diode component with the scanning line and the data line, respectively, and drives it.

[0009]

The typical pixel drive circuit of a active-matrix drive mold OLED display consists of two TFT(s) and storage capacitance of a switch transistor and a driver transistor, and luminescence of an organic light emitting diode component is controlled by this pixel drive circuit. A pixel is arranged at each intersection which arranged the n data lines

with which a data signal (or it is also called a "picture signal".) is supplied, and the m scanning lines (henceforth a "gate line") with which a scan signal is supplied to the matrix of a m line xn train.

[0010]

The drive of a pixel carries out sequential supply of the turn-on electrical potential difference from the first (party eye) gate line, and supplies a sequential-scanning signal to the gate line of m lines within an one-frame period. By this drive approach, while the turn-on electrical potential difference is supplied to a certain gate line, all the switch transistors connected to that data line will be in switch-on, and a data electrical potential difference is supplied to the data line of n train synchronizing with it. Generally this is used with the liquid crystal display of a active-matrix drive mold.

[0011]

A data electrical potential difference is stored in storage capacitance, while the turn-on electrical potential difference is supplied to the gate line, and an one-frame period is held mostly. The electrical-potential-difference value of storage capacitance specifies the gate voltage of a driver transistor, the current value which flows a driver transistor by this is controlled, and luminescence of an organic light emitting diode component is controlled. That is, on the OLED display of a active-matrix drive mold, predetermined luminescence can be performed over an one-frame period.

[0012]

On the other hand, a current flows and emits light for an organic light emitting diode component only at the period when the scanning line which is the OLED display of a passive-matrix drive mold is chosen. For this reason, in order to obtain the same brightness as the case where light is emitted over an one-frame period like the OLED display of a active-matrix drive mold on the OLED display of a passive-matrix drive mold, one times the luminescence brightness of the abbreviation number of scanning lines is needed. The electrical potential difference and current which drive an organic light emitting diode component to realize this must be enlarged, and power efficiency declines by loss of the energy by generation of heat etc.

[0013]

Thus, a active-matrix drive mold is dominance from a viewpoint of reduction of power consumption compared with a passive-matrix drive mold.

[0014]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

In realizing the OLED display of a active-matrix drive mold, switching elements, such as TFT, are needed. Since it needs to carry out the current drive of the organic light

emitting diode component, when the performance degradation by the height of mobility, threshold voltage shift, etc. is taken into consideration, the application of poly-Si TFT of a switching element is desirable.

[0015]

Drawing 17 is a typical sectional view near 1 pixel of the conventional OLED display equipped with low-temperature poly-Si TFT as a switching element 10. When forming low-temperature poly-Si TFT on the transparence substrate 6 which consists of a cheaper glass substrate instead of an expensive substrate like a quartz-glass substrate, in order to prevent the problem of the threshold voltage fluctuation of TFT by mixing of ion, such as Na and K, the laminating of the 1st substrate film 11 for blocking the ion which consists of SiN on the transparence substrate 6, and the 2nd substrate film 12 which consists of SiO is carried out. Furthermore, the laminating of the gate dielectric film 16 which constitutes TFT, and the other interlayer insulation films 18 and 20 is carried out on the transparence substrate 6.

[0016]

Thus, on the OLED display of a active-matrix drive mold, the film with which two or more refractive indexes differ will exist between the organic light emitting diode components 70 and the transparence substrates 6 which consist of organic film 100 containing a luminous layer, a transparent electrode 200, and a reflector 300. Since the thickness of these film is generally dozens of nm – hundreds of nm, it is emitted from a luminous layer, and it has effect of interference on the light 2000 which turns on an observer 1000.

[0017]

Drawing 18 is drawing in which showing an example of the measurement result of the emission spectrum of the conventional active-matrix drive mold OLED display, and showing the angle-of-visibility dependency of a green emission spectrum. If an angle of visibility changes, the ratio of the luminescence reinforcement to wavelength will change influenced by the light of interference. Moreover, drawing 19 is drawing showing the example of measurement of the angle-of-visibility dependency of the chromaticity of the conventional active-matrix drive mold OLED display. This drawing plots the chromaticity to the angle of visibility of 0 degree – 75 degrees at the time of displaying red, and green and blue the three primary colors and white at intervals of 15 degrees. Thus, on the conventional active-matrix drive mold OLED display, change of the color which is hard to permit with an angle of visibility arises.

[0018]

On the other hand, establishing a means by which light is scattered on a light emitting

device, as what controls change of the color by the angle of visibility is proposed from the former. In this case, if dispersion means, such as a light-scattering layer which can fully control the effect of interference, are established, under a bright environment, with a dispersion means, scatter reflection is carried out, a black display will not become black enough but the light which carries out incidence to a display from the exterior will become whitish. For this reason, under a bright environment, another technical problem that sufficient contrast ratio is not obtained is produced.

[0019]

Drawing 20 is drawing showing the result of having made the trial calculation of the angle-of-visibility dependency of the interference reinforcement in the green pixel of the conventional active-matrix drive mold OLED display. Thus, on the OLED display of the conventional active-matrix drive mold, it originates in reflection by the interface of the substrate film or an interlayer insulation film, and the maximal value and the minimal value of interference reinforcement exist in a visible wavelength region in great numbers, and spacing of the wavelength used as the wavelength used as the maximal value and the minimal value becomes narrow with about dozens of nm by the short wavelength side. Moreover, about 70-140nm of the maximal value and the minimal value of interference reinforcement move to a short wavelength side with increase of an angle of visibility.

[0020]

For this reason, even if the reinforcement of desired wavelength adopts the conditions reinforced by interference of light by controlling the thickness of the electronic transportation layer to which its attention is paid with the conventional technique, or the optical thickness from cathode (reflector) to an anode plate (transparent electrode) it is shown in drawing 20 -- as -- the angle of visibility of 0 degree -- setting -- desired wavelength -- a long wave, since it moves to a luminescence wavelength field and the maximal value and the minimal value of interference reinforcement which exist in a merit side appear as an angle of visibility becomes large with 0 degree to 30 degrees, 45 degrees, and 60 degrees The emission spectrum observed by the observer will change and a color will change.

[0021]

The technical problem of this invention has change of the color by the angle of visibility in offering the luminescence mold display which realizes a small display in the luminescence mold display which has light emitting devices influenced by light of interference, such as an organic light emitting diode component.

[0022]

[Means for Solving the Problem]

Change of the color by the angle of visibility of the OLED display of a active-matrix drive mold could not be controlled only by the thickness of the electronic transportation layer currently taken into consideration by the Prior art, or optical thickness from cathode to an anode plate, but it became clear that it was necessary to take into consideration interference resulting from reflection by the interface of the substrate film or an interlayer insulation film. Moreover, although its attention was paid only to the luminescence wavelength field in the Prior art when setting up the conditions of interference, it turned out that this is insufficient. That is, in conditions with an angle of visibility of 0 degree, the condition of the interference reinforcement by the side of long wave length found out the important thing to the color change by the angle of visibility rather than luminescence wavelength.

[0023]

When the solution means based on these is explained corresponding to claim 1 thru/or 16, it is the passage of the following [1] thru/or [16].

[0024]

[1] It is the display which has the light emitting device which constitutes two or more pixels arranged in the shape of a matrix, and consider as the being [it / wavelength with the wavelength shorter than the wavelength from which the luminous intensity (henceforth "luminescence reinforcement") emitted from said luminous layer serves as max from which the reinforcement (henceforth "interference reinforcement") of the interference to the light emitted from the luminous layer which constitutes said light emitting device in the angle of visibility of 0 degree serves as the maximal value] description.

[0025]

When another expression about the description of [2], and [1] was used and wavelength from which λ_{daimax} and luminescence reinforcement serve as max in the wavelength from which the interference reinforcement to the light emitted from the luminous layer which constitutes said light emitting device in the display which has the light emitting device which constitutes two or more pixels arranged in the shape of a matrix serves as the maximal value in the angle of visibility of 0 degree is set to λ_{daimax} , it is characterized by to fill the relation of $\lambda_{\text{imax}} < \lambda_{\text{daimax}}$.

[0026]

[3] Or it is the display which has the light emitting device which constitutes two or more pixels arranged in the shape of a matrix, and rather than the wavelength from which the luminous intensity emitted from said luminous layer serves as max, the

wavelength from which the interference reinforcement to the light emitted from the luminous layer which constitutes said light emitting device in the angle of visibility of 0 degree serves as the minimal value is long wave length, and is characterized by not existing in a visible wavelength field.

[0027]

According to the above [1] thru/or the description of [3], if an angle of visibility becomes large, the wavelength from which interference reinforcement serves as the maximal value and the minimal value will move to a short wavelength side, but The ratio of luminescence reinforcement [as opposed to luminescence wavelength in the angle-of-visibility dependency of interference reinforcement] since the maximal value or the minimal value of interference reinforcement do not move to a luminescence wavelength field even if an angle of visibility becomes large (it is also hereafter called the configuration of an emission spectrum.) The effect which it has becomes small and change of the color by the angle of visibility is controlled.

[0028]

[4] In the display which has the light emitting device which constitutes still more desirably two or more pixels arranged in the shape of a matrix, when the luminous intensity which emits the wavelength from which the interference reinforcement to the light emitted from the luminous layer which constitutes said light emitting device serves as the maximal value in the angle of visibility of 0 degree from λ_{imax} and said luminous layer sets wavelength used as max to λ_{daemax} , it is characterized by to fill the relation of $\lambda_{\text{daemax}} - 50 \text{ nm} \leq \lambda_{\text{imax}} < \lambda_{\text{daemax}}$.

[0029]

In this case, since luminescence reinforcement is strengthened by interference, a brighter display is realizable while change of the color by the angle of visibility is controlled.

[0030]

[5] In the display which has the light emitting device which constitutes still more desirably two or more pixels arranged in the shape of a matrix, when the luminous intensity which emits the wavelength from which the interference reinforcement to the light emitted from the luminous layer which constitutes said light emitting device serves as the minimal value in the angle of visibility of 0 degree from λ_{daimin} and said luminous layer sets wavelength used as max to λ_{daemax} , it is characterized by to fill the relation of $\lambda_{\text{daemax}} + 70 \text{ nm} \leq \lambda_{\text{daimin}}$.

[0031]

Even if an angle of visibility becomes large, in order that the minimal value of

interference reinforcement may reach the wavelength from which luminescence reinforcement serves as max and may not change the configuration of an emission spectrum a lot by this, change of the color by the angle of visibility is controlled.

[0032]

[6] It is the display which has the light emitting device which constitutes two or more pixels arranged in the shape of a matrix. The maximal value of plurality [light / which is emitted from the luminous layer which constitutes said light emitting device] exists in white or luminescence reinforcement. The wavelength from which the reinforcement of the interference to the light emitted from said luminous layer in the angle of visibility of 0 degree serves as the maximal value It is shorter than the wavelength from which the luminous intensity emitted from said luminous layer in a visible wavelength region serves as the maximal value, and rather than the wavelength from which the luminous intensity emitted from said luminous layer serves as the maximal value, the wavelength from which the reinforcement of said interference serves as the minimal value further is long wave length, and is characterized by not existing in a visible wavelength field.

[0033]

In this case, like the above [1] thru/or [3], since the maximal value or the minimal value of interference reinforcement will not move to a luminescence wavelength field even if an angle of visibility becomes large although it moves to a short wavelength side if an angle of visibility increases the maximal value and the minimal value of interference reinforcement, since the configuration of an emission spectrum hardly changes, even if an angle of visibility changes, change of a color is suppressed small.

[0034]

[7] It is the electrochromatic display which has the light emitting device which constitutes two or more pixels arranged in the shape of a matrix. The wavelength from which the reinforcement of the interference to the light emitted from the luminous layer which constitutes said light emitting device serves as the maximal value in the angle of visibility of 0 degree λ_{dmax} , When the luminous intensity which emits the wavelength used as the minimal value from λ_{dmin} and said luminous layer sets max and *** to wavelength λ_{dmax} , it is characterized by filling the relation of $\lambda_{\text{dmax}} - 50 \text{ nm} \leq \lambda_{\text{imax}} < \lambda_{\text{dmax}}$ or $\lambda_{\text{dmax}} + 70 \text{ nm} \leq \lambda_{\text{imin}}$.

[0035]

[8] Further, when it is set as GT in RT and a green pixel and thickness of the organic film which said light emitting device is an organic light emitting diode component in the above [7], and constitutes said organic light emitting diode component is set to BT by

the blue pixel by the red pixel, it is characterized by being $RT \geq GT \geq BT$.

[0036]

In this case, the wavelength from which interference reinforcement serves as the maximal value is based on moving to a long wavelength side, if organic film, such as a hole transportation layer and an electronic transportation layer, becomes thick, by satisfying the above-mentioned thickness conditions, it is in the condition which controlled the color change by the angle of visibility, and can enlarge interference reinforcement to each color, and can raise luminous efficiency.

[0037]

[9] Moreover, in order to fulfill the conditions of the above-mentioned interference reinforcement, it is the indicating equipment of the active-matrix drive mold which takes out light from the transparence substrate side with which the switching element by which said indicating equipment controls flashing of a light emitting device was formed, and at least one layer in two or more insulator layers which constitute said switching element is characterized by being removed alternatively in the luminescence field of said pixel at least.

[0038]

[10] Said especially film removed alternatively is characterized by a refractive-index difference with the transparent electrode which constitutes said transparence substrate or said light emitting device being 0.4 or more.

[0039]

In this case, since spacing of the wavelength from which interference reinforcement serves as extremal value (maximal value and minimal value) because the number of reflectors and the whole thickness decrease becomes long and the conditions of the above-mentioned interference reinforcement can be realized, color change by the angle of visibility can be made small.

[0040]

[11] In order that said switching element may consist of low-temperature poly-Si TFT and may fulfill the conditions of the above-mentioned interference reinforcement, in the luminescence field of a pixel, it is characterized by removing all of the substrate film formed between said switching elements and said transparence substrates, and two or more insulator layers which constitute said switching element.

[0041]

[12] It is further characterized by crossing said switching element to an omnidirection and surrounding it by the film of ion block nature.

[0042]

Although the mixing path of Na from a transference substrate or the ion K will be made there if the substrate film of a luminescence field is removed this [11] and [12] case in order to fulfill the conditions of the above-mentioned interference reinforcement, threshold voltage fluctuation of the low-temperature poly-Si TFT by mixing of ion can be prevented by surrounding a switching element by the film of ion block nature over an omnidirection.

[0043]

[13] It is the display which has the light emitting device which constitutes two or more pixels arranged in the shape of a matrix, and is characterized by the luminous intensity taken out from said display to an observer side serving as max in the angle of visibility of 0 degree.

[0044]

[14] Variation of the wavelength from which the luminous intensity taken out from said display to an observer side serves as max further is characterized by being 10nm or less, even if an angle of visibility changes from 0 degree to 60 degrees.

These express the description of the emission spectrum obtained in the display which fulfills the conditions of the above-mentioned interference reinforcement. Therefore, a display with a small change of the color by change of an angle of visibility is realizable by fulfilling the description of [13] thru/or [14].

[0045]

[15] It is the display which has the light emitting device which constitutes two or more pixels arranged in the shape of a matrix. It is the display with which the substrate in which said light emitting device is formed takes out light from the opposite side in said display. The wavelength from which the reinforcement of the interference to the light emitted from the luminous layer which constitutes said light emitting device serves as the maximal value in the angle of visibility of 0 degree λ_{dmax} , When the luminous intensity which emits the wavelength used as the minimal value from λ_{dmin} and said luminous layer sets wavelength used as max to λ_{dmax} , it is characterized by filling $\lambda_{\text{dmin}} < \lambda_{\text{dmax}}$ and $\lambda_{\text{dmin}} = \lambda_{\text{dmax}} + 70\text{nm}$ relation.

[0046]

In [16] and [15], said light emitting device has the electrode of light transmission nature in an optical ejection side, and a refractive index is characterized by having the transparent body of 1.4–2.0 on the field by the side of the optical ejection of this electrode.

[0047]

the above [15] is related with the so-called top emission type which takes out light

from the opposite side with the substrate in which a light emitting device is formed of display -- it comes out. If an angle of visibility becomes large also in this case, the wavelength from which interference reinforcement serves as the maximal value and the minimal value will move to a short wavelength side, but even if an angle of visibility becomes large, the maximal value or the minimal value of interference reinforcement do not move to the wavelength from which the luminous intensity emitted from a luminous layer serves as max. For this reason, the effect which the angle-of-visibility dependency of interference reinforcement has on the configuration of an emission spectrum becomes small, and change of the color by change of an angle of visibility is controlled.

[0048]

Moreover, in the luminescence mold display of a top emission mold, [16] is equipping with the transparent body with a refractive index higher than a gas the optical ejection side of the electrode of the light transmission nature formed in the optical ejection side of a light emitting device, i.e., a transparent electrode, and reduces reflection by the interface by the side of the optical ejection of a transparent electrode. In this case, since the reinforcement of interference becomes weaker and the difference of the maximal value and the minimal value of interference reinforcement becomes small, change of the magnitude of the interference reinforcement by the angle of visibility becomes small, and change of the color by the angle of visibility becomes small.

[0049]

In addition, it cannot be overemphasized that various modification is possible, without deviating from the technical thought of specifying the conditions of the interference reinforcement which this invention is not limited to the configuration of the above-mentioned example constituted and mentioned later, and is shown by this invention.

[0050]

[Embodiment of the Invention]

The organic film containing the luminous layer which constitutes each pixel has what is made to emit light by the color (for white to be included) depending on the ingredient, and realizes mono-color display or a full color display, and the thing which performs color display on the organic film of white luminescence combining color filters, such as red, green, and blue.

[0051]

Drawing 1 is a type section Fig. near [explaining the configuration of the example of the display by this invention] 1 pixel. moreover, drawing 2 shows the structure of the

picture element part of the display by this invention -- it is a top view a part. This indicating equipment is the OLED display of the active-matrix drive mold which has the switching element and the organic light emitting diode component which consist of a thin film transistor. Drawing 3 is the block diagram showing the layout of the whole indicating equipment 1 typically, and drawing 4 is the representative circuit schematic of the active matrix which constitutes the display 2.

[0052]

the transparence substrate 6 with which a display 1 consists of an insulating substrate with transparent glass etc. as shown in drawing 3 (A) -- a display 2 is mostly formed in a center section. The scan drive circuit 4 which outputs a scan signal to the gate line 8 is installed in the data drive circuit 3 and left-hand side which output a picture signal to the data line 7 by the display 2 bottom. These drive circuits 3 and 4 consist of a shift register circuit which consists of complementary circuits by TFT (Thin Film Transistor) of an N channel mold and a P channel mold, a level-shifter circuit, an analog switch circuit, etc. Moreover, the common potential wiring 9 extends in the same direction as the data line 7, and is arranged in it. In addition, an indicating equipment 1 is supported on foot 5, as shown in drawing 3 (B), it can be used as monitoring devices, such as television imagery and a computer image, and makes a television tuner build in and can be used also as a television set as independent.

[0053]

In an indicating equipment 1, two or more gate lines and two or more data lines which made it extend in the direction which crosses to the extension direction of this gate line are formed on the transparence substrate 6 like the liquid crystal display of a active-matrix drive mold, and as shown in drawing 4 , a pixel 60 is arranged in the shape of a matrix at the crossing place of m gate lines G1, G2, --, Gm and the n data lines D1, D2, --, Dn. A light emitting device 70, storage capacitance 40, and a gate electrode connect each pixel to a gate line. The switch transistor 30 which consists of TFT of the N channel mold by which one side of a source drain electrode is connected to the data line, and another side is connected to storage capacitance 40, A gate electrode connects with this storage capacitance 40, and a source electrode is connected to the common potential wiring 9 which extends in the same direction as the above-mentioned data line. It consists of driver transistors 10 which consist of TFT of the P channel mold by which the drain electrode is connected to one electrode (anode plate) of the organic light emitting diode component which constitutes a light emitting device 70. Moreover, it connects with a current supply source line common to all pixels, and the electrode (cathode) of another side of the organic light emitting

diode component which constitutes a light emitting device 70 is maintained at the fixed potential V_a .

[0054]

The drive of a pixel 60 carries out sequential supply of the gate line G1 of the 1st line to the turn-on electrical potential difference, and supplies this electrical potential difference (scan signal) one by one to the gate line of m lines within an one-frame period. If the switch transistor 30 is turned on with a scan signal, a picture signal will be written in storage capacitance 40 through the switch transistor 30 from the data line. That is, by this drive approach, while the turn-on electrical potential difference is supplied to a certain gate line, all the switch transistors connected to that data line will be in switch-on, and a data electrical potential difference is supplied to the data line of n train synchronizing with it.

[0055]

A data electrical potential difference is stored in storage capacitance, while the turn-on electrical potential difference is supplied to the gate line, and an one-frame period is held mostly at the potential with which, as for the gate electrode of the driver transistor 10, it is equivalent to a picture signal with storage capacitance 40 even if the switch transistor 30 is turned off. The electrical-potential-difference value of storage capacitance specifies the gate voltage of the driver transistor 10, the current value which flows the driver transistor 10 by this is controlled, and luminescence of the organic light emitting diode component 70 is controlled. A halt of luminescence is realized by making the driver transistor 10 into an OFF state.

[0056]

That is, synchronizing with a turn-on electrical potential difference being impressed to the gate line 8 corresponding to the pixel 60 which should control the amount of luminescence, the amount of luminescence of a pixel 60 is controllable by impressing the electrical potential difference corresponding to image information through the data line 7. Therefore, a desired image can be displayed by controlling the amount of luminescence of two or more pixels which constitute a display 2 according to image information. In addition, since the response time after an electrical potential difference is impressed to the both ends of the cathode of a light emitting device 70 and an anode plate until luminescence starts is usually 1 or less microsecond, it can realize image display which can follow in footsteps of the quick image of a motion.

[0057]

Here, when it is going to realize the display which performs a full color display, a light emitting device 70 is arranged in the shape of a matrix in order of predetermined in red

and the thing which emits one of green and blue light. That is, the luminescence wavelength of organic light emitting diode should be corresponded to red and the green and blue three primary colors for every pixel.

[0058]

Next, the structure near 1 pixel of a display 1 is explained, referring to drawing 1 and drawing 2. Drawing 2 is a ** type top view in part for explaining the planar structure of the picture element part of a display 1, and drawing 1 is the type section Fig. near 1 pixel showing the cross-section structure which met the A-A' line on drawing 2.

[0059]

In this indicating equipment, it has the switching elements 10 and 30 which consist of a thin film transistor on the insulating transparence substrates 6, such as glass. Switching elements which constitute a pixel circuit, such as the driver transistor 10 and the switch transistor 30, consist of polish recon thin film transistors.

[0060]

A polish recon thin film transistor has gate dielectric film 16, gate **** 15, the 1st interlayer insulation film 18, the source drain electrode layer 19, and the 2nd interlayer insulation film 20 on the polish recon layer containing the source drain fields 13 and 17, the channel polish recon layer 14, etc.

[0061]

Moreover, since mixing of ion, such as Na from the transparence substrate 6 to the polish recon layer 14 and gate dielectric film 16 and K, is blocked between a polish recon thin film transistor and the transparence substrate 6, it has the 1st substrate film 11 which consists of SiNx film etc., and between the 1st substrate film 11 and a polish recon layer, it has further the 2nd substrate film 12 which consists of SiOx film etc.

[0062]

In the display of this example, as the 1st and 2nd substrate film 11 and 12, gate dielectric film 16, and the 1st and 2nd insulator layers 18 and 20 remove alternatively in the part equivalent to the luminescence field 61 of a pixel from the below-mentioned reason or it does not form, opening is formed.

[0063]

The transparent electrode 200 which functions as an anode plate in the organic light emitting diode component 70 is formed in island shape so that the part used as the luminescence field 61 of a pixel may be covered. Under the present circumstances, it connects with the drain electrode 19 through the hole which penetrates the 2nd interlayer insulation film 20, and a transparent electrode 200 is formed through an

insulator layer on the transparency substrate 6 in the luminescence field 61.

[0064]

As drawing 2 shows, on nonluminescent fields, such as a switching transistor 30, the driver transistor 10, the data line 7, the gate line 8, and the common potential wiring 9, and the nonluminescent field on a transparent electrode 200, the 3rd interlayer insulation film 21 shown by drawing 1 which has opening corresponding to the luminescence field 61 of a pixel is formed. Although the organic film 100 containing a luminous layer is formed so that a pixel may be covered on a transparent electrode 200, in fields other than luminescence field 61, it is isolated in a transparent electrode 200 with the 3rd interlayer insulation film 21. On the organic film 100, the reflector 300 which functions as cathode in the organic light emitting diode component 70 over the whole surface of a display 2 is formed.

[0065]

In addition, this example is the so-called bottom emission type with which it emanates from the luminous layer of the organic light emitting diode component 70, and the light 2000 which turns on an observer 1000 is taken out from the transparency substrate 6 side with which the organic light emitting diode component 70 was formed of OLED display. The organic film 100 of the organic light emitting diode component 70 can use at order what carried out laminating arrangement of an electronic transportation layer, a luminous layer, and the hole transportation layer from a cathode (reflector 300) side between an anode plate (transparent electrode 200) and cathode (reflector 300).

[0066]

If direct current voltage is impressed to the transparent electrode 200 which is an anode plate, and the reflector 300 which is cathode, the electron with which the hole poured in from the transparent electrode 200 was poured in from the reflector 300 via the hole transportation layer will reach a luminous layer via an electronic transportation layer, respectively, the recombination of an electronic-hole will arise, and luminescence of predetermined wavelength will produce such an organic light emitting diode component from here.

[0067]

In addition, by the organic film 100 of the organic light emitting diode component 70, the ingredient which can make a luminous layer and an electronic transportation layer serve a double purpose may be used. moreover, between an anode plate (transparent electrode 200) and hole transportation layers -- an anode plate buffer layer -- being certain -- it is -- what has arranged the hole impregnation layer may be used.

[0068]

ITO (Indium tin oxide) is [that what is necessary is just to use the transparent high electrode material of a work function for an anode plate (transparent electrode 200)] suitable. Moreover, InZnO can also be used.

[0069]

Low aluminum, Mg, a Mg-Ag alloy, an aluminum-Li alloy, etc. of a work function can be used for the reflector 300 which is cathode. In aluminum simple substance, since driver voltage is high and the life is short, what acquired the property which inserts very thin Li compounds (lithium oxide Li_2O , lithium fluoride LiF , etc.) between the organic film 100, and is equal to an aluminum-Li alloy may be used. Moreover, the organic film of the part which touches cathode is doped with reactant high metals, such as a lithium and SUTORINCHIUMU, and it may be made to make driver voltage low.

[0070]

In addition, as for a reflector 300, it is desirable to consist of ingredients with the high reflection factor of light from the field of the improvement in use effectiveness of the light emitted from the luminous layer. The organic film 100 impresses a predetermined electrical potential difference between an anode plate (transparent electrode 200) and cathode (reflector 300), and the ingredient which emits light by the desired color by passing a current is used.

[0071]

as the ingredient for red luminescence -- for example, a hole transportation layer -- alpha-NPD (N --) N'-JI (alpha-naphthyl) - N and N -- ' - diphenyl 1 and 1' -- the - biphenyl -4 and 4' - diamine -- or the triphenyl diamine derivative TPD (N, the N'-screw (3-methylphenyl) 1, the 1'-biphenyl -4, 4'-diamine) etc. -- using -- as an electronic transportability luminous layer (an electronic transportation layer and a luminous layer are made to serve a double purpose) For example It is DCM-1 (what distributed the 4-(dicyanomethylene)-2-methyl-6-(p-dimethylaminostyryl)-4H-pyran can be used.) to Alq3 (tris (8-KINORINO rate) aluminum).

[0072]

The hole transportation layer was doped by Alq3, Bebq, or Quinacridone, for example as an electronic transportability luminous layer (an electronic transportation layer and a luminous layer are made to serve a double purpose), using alpha-NPD or the triphenyl diamine derivative TPD as an ingredient for green luminescence. Alq3 etc. can be used.

[0073]

As an ingredient for blue luminescence, a hole transportation layer, for example

Alpha-NPD, The triphenyl diamine derivative TPD etc. is used. Or as a luminous layer For example, DPVBi (4 and 4'-bis(2 and 2-diphenyl vinyl) biphenyl), this and BCzVBi (4 and 4'-bis(2-carbazole vinylene) biphenyl) from -- the becoming ingredient --

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the type section Fig. near 1 pixel showing the configuration of one example of the display of this invention.

[Drawing 2] one example of the structure of the picture element part of the display of this invention is shown -- it is a top view a part.

[Drawing 3] It is the block diagram showing the layout of the whole indicating equipment of this invention typically.

[Drawing 4] It is the representative circuit schematic of the active matrix constituted by the display of the indicating equipment of this invention.

[Drawing 5] It is the mimetic diagram which explains the cross section near [which shows an example of the production process of the display of this invention] 1 pixel in order of a process.

[Drawing 6] It is the mimetic diagram which explains the cross section near [which shows an example of the production process of the display of this invention] 1 pixel in order of a process.

[Drawing 7] It is the mimetic diagram which explains the cross section near [which shows an example of the production process of the display of this invention] 1 pixel in order of a process.

[Drawing 8] It is drawing showing relation with the wavelength from which the wavelength dependency of interference reinforcement and luminescence reinforcement in the angle of visibility of 0 degree of one example of the display of this invention serve as maximum.

[Drawing 9] It is drawing showing an example of the angle-of-visibility dependency of the emission spectrum of the display of this invention.

[Drawing 10] It is drawing showing the angle-of-visibility dependency of the chromaticity of one example of the display of this invention.

[Drawing 11] It is drawing showing relation with the wavelength from which the wavelength dependency of interference reinforcement and luminescence reinforcement in the luminescence field of a red luminescence pixel in the angle of visibility of 0 degree of one example of the display of this invention serve as maximum.

[Drawing 12] It is the type section Fig. near 1 pixel showing the configuration of one example of the display of this invention.

[Drawing 13] It is the type section Fig. near 1 pixel showing the configuration of one example of the display of this invention.

[Drawing 14] It is the type section Fig. near 1 pixel showing the configuration of one example of the display of this invention.

[Drawing 15] It is drawing showing the relation between the wavelength dependency of the interference reinforcement in the angle of visibility of 0 degree of one example of the display of this invention, and the shortest wavelength from which luminescence reinforcement serves as the maximal value.

[Drawing 16] an example of the conventional organic light emitting diode component is shown -- it is an outline sectional view a part.

[Drawing 17] It is a type section Fig. near 1 pixel of the conventional display.

[Drawing 18] It is drawing showing an example of the angle-of-visibility dependency of the emission spectrum of the conventional display.

[Drawing 19] It is drawing showing an example of the angle-of-visibility dependency of the chromaticity of the conventional display.

[Drawing 20] It is drawing showing an example of the result of having made the trial calculation of the angle-of-visibility dependency of the interference reinforcement of the conventional display.

[Description of Notations]

1 [-- Scan drive circuit,] -- An indicating equipment, 2 -- A display, 3 -- A data drive circuit, 4 6 [-- Common potential wiring, 10 / -- Driver transistor,] -- A transparence substrate, 7 -- The data line, 8 -- A gate line, 9 11 -- The 1st substrate film, 12 -- 13 The 2nd substrate film, 17 -- Source drain field, 14 -- A channel polish recon layer, 15 -- A gate electrode, 16 -- Gate dielectric film, 18 -- The 1st interlayer insulation film, 19 -- A source drain electrode layer, 20 -- The 2nd interlayer insulation film, 21 [-- A pixel, 61 / -- A luminescence field, 70 / -- An organic light emitting diode component, 100 / -- The organic film, 200 / -- A transparent electrode, 300 / -- A reflector, 400 / -- A closure means, 401 / -- Gap.] -- The 3rd interlayer insulation film, 30 -- A switch transistor, 40 -- Storage capacitance, 60

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-31251

(P2005-31251A)

(43) 公開日 平成17年2月3日(2005.2.3)

(51) Int.Cl.⁷

G09F 9/33

G09F 9/30

H05B 33/14

F I

G09F 9/33

G09F 9/30

G09F 9/30

H05B 33/14

テーマコード (参考)

3K007

5C094

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2003-194469 (P2003-194469)

(22) 出願日 平成15年7月9日 (2003.7.9)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号

(71) 出願人 502356528

株式会社 日立ディスプレイズ

千葉県茂原市早野3300番地

(74) 代理人 100093506

弁理士 小野寺 洋二

(72) 発明者 足立 昌哉

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号

株式会社日立製作所日立研究

所内

最終頁に続く

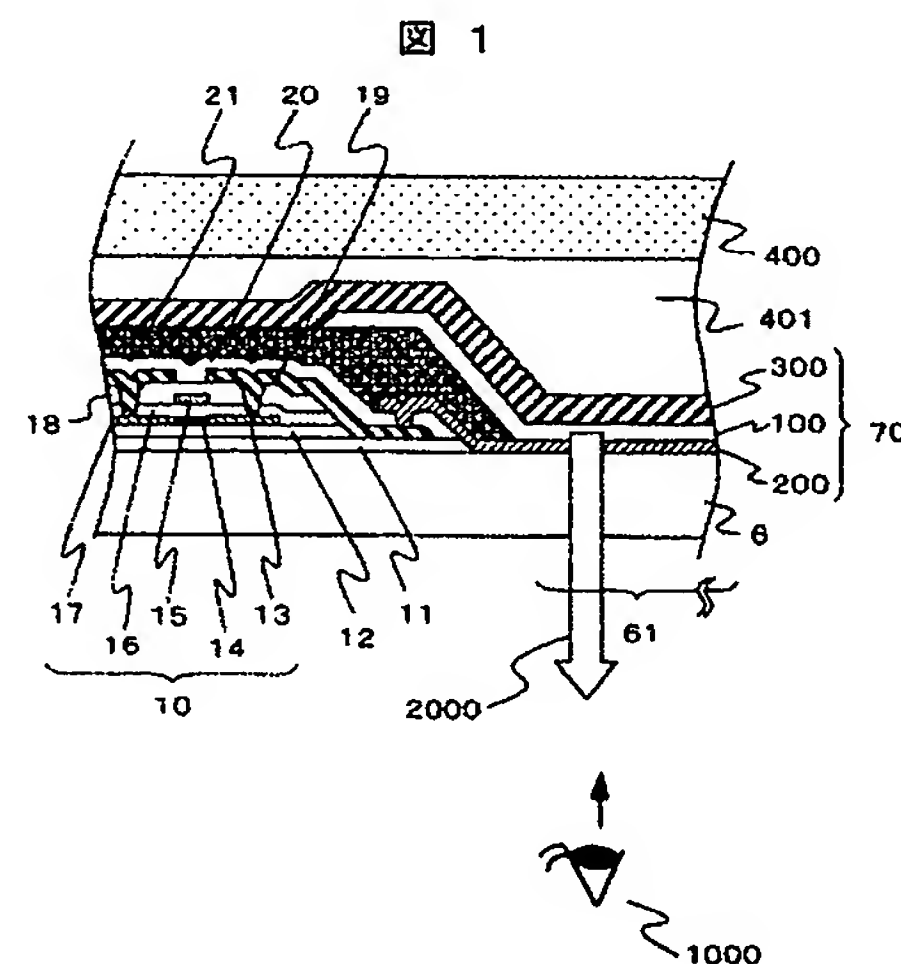
(54) 【発明の名称】 発光型表示装置

(57) 【要約】

【課題】 広い視野角範囲にわたり、色の変化が小さい表示が得られる発光型表示装置を提供する。

【解決手段】 少なくとも発光領域では発光素子の発光動作に不要な膜は除去し、前記発光素子を構成する発光層から放射する光に対する干渉の強度が視野角0°において極大値となる波長を λ_{imax} 、前記発光層から放射する光の強度が最大となるを波長 λ_{emax} とした場合、 $\lambda_{imax} < \lambda_{emax}$ の関係を満たすことを特徴とする発光型表示装置。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】

マトリクス状に配置した複数の画素を構成する発光素子を有する発光型表示装置であって、視野角 0° において前記発光素子を構成する発光層から放射する光に対する干渉の強度が極大値となる波長が、前記発光層から放射する光の強度が最大となる波長よりも短い波長であること特徴とする発光型表示装置。

【請求項2】

マトリクス状に配置した複数の画素を構成する発光素子を有する発光型表示装置において、前記発光素子を構成する発光層から放射する光に対する干渉の強度が視野角 0° において極大値となる波長を λ_{imax} 、前記発光層から放射する光の強度が最大となる波長を λ_{emax} とした場合、 $\lambda_{imax} < \lambda_{emax}$ の関係を満たすことを特徴とする発光型表示装置。

【請求項3】

マトリクス状に配置した複数の画素を構成する発光素子を有する発光型表示装置であって、視野角 0° において前記発光素子を構成する発光層から放射する光に対する干渉の強度が極小値となる波長が、前記発光層から放射する光の強度が最大となる波長よりも長い波長であって可視波長領域に存在しないことを特徴とする発光型表示装置。

【請求項4】

マトリクス状に配置した複数の画素を構成する発光素子を有する発光型表示装置において、前記発光素子を構成する発光層から放射する光に対する干渉の強度が視野角 0° において極大値となる波長を λ_{imax} 、前記発光層から放射する光の強度が最大となる波長を λ_{emax} とした場合、 $\lambda_{emax} - 50\text{nm} \leq \lambda_{imax} < \lambda_{emax}$ の関係を満たすことを特徴とする発光型表示装置。

【請求項5】

マトリクス状に配置した複数の画素を構成する発光素子を有する発光型表示装置において、前記発光素子を構成する発光層から放射する光に対する干渉の強度が視野角 0° において極小値となる波長を λ_{imin} 、前記発光層から放射する光の強度が最大となる波長を λ_{emax} とした場合、 $\lambda_{emax} + 70\text{nm} \leq \lambda_{imin}$ の関係を満たすことを特徴とする発光型表示装置。

【請求項6】

マトリクス状に配置した複数の画素を構成する発光素子を有する発光型表示装置であって、前記発光素子を構成する発光層から放射する光が白色、あるいは発光強度に複数の極大値が存在し、視野角 0° において前記発光層から放射する光に対する干渉の強度が極大値となる波長が、可視波長領域において前記発光層から放射する光の強度が極大値となる波長よりも短く、さらに前記干渉の強度が極小値となる波長が、前記発光層から放射する光の強度が極大値となる波長よりも長い波長であって可視波長領域に存在しないことを特徴とする発光型表示装置。

【請求項7】

マトリクス状に配置した複数の画素を構成する発光素子を有するカラー発光型表示装置であって、視野角 0° において前記発光素子を構成する発光層から放射する光に対する干渉の強度が極大値となる波長を λ_{imax} 、極小値となる波長を λ_{imin} 、前記発光層から放射する光の強度が最大となる波長を λ_{emax} とした場合、 $\lambda_{emax} - 50\text{nm} \leq \lambda_{imax} < \lambda_{emax}$ 、又は $\lambda_{emax} + 70\text{nm} \leq \lambda_{imin}$ の関係を満たすことを特徴とするカラー発光型表示装置。

【請求項8】

請求項7に記載のカラー発光型表示装置において、前記発光素子が有機発光ダイオード素子であり、前記有機発光ダイオード素子を構成する有機膜の膜厚を赤色画素ではRT、緑色画素ではGT、青色画素ではBTとした場合、 $RT \geq GT \geq BT$ であることを特徴とするカラー発光型表示装置。

【請求項9】

マトリクス状に配置した複数の画素を構成する発光素子を有する発光型表示装置であって、前記表示装置が発光素子の点滅を制御するスイッチング素子が形成された透明基板側から光を取り出すアクティブマトリクス駆動型の発光型表示装置であり、少なくとも前記画素の発光領域では、前記スイッチング素子を構成する複数の絶縁膜のうち少なくとも1層が選択的に除去されており、さらに前記発光素子を構成する発光層から放射する光に対する干渉の強度が視野角 0° において極大値となる波長を λ_{imax} 、極小値となる波長を λ_{imin} 、前記発光層から放射する光の強度が最大となる波長 λ_{emax} とした場合、 $\lambda_{\text{emax}} - 50\text{nm} \leq \lambda_{\text{imax}} < \lambda_{\text{emax}}$ 、又は $\lambda_{\text{emax}} + 70\text{nm} \leq \lambda_{\text{imin}}$ の関係を満たすことを特徴とする発光型表示装置。

【請求項10】

請求項9に記載の発光型表示装置において、前記選択的に除去される膜が、前記透明基板、あるいは前記発光素子を構成する透明電極との屈折率差が0.4以上であることを特徴とする発光型表示装置。

【請求項11】

請求項9に記載の発光型表示装置において、前記スイッチング素子が低温ポリシリコンTFTで構成されており、前記画素の発光領域では、前記スイッチング素子と前記透明基板の間に形成される下地膜と、前記スイッチング素子を構成する複数の絶縁膜が全て除去されていることを特徴とする発光型表示装置。

【請求項12】

請求項11に記載の発光型表示装置において、前記スイッチング素子が全方位に渡ってイオンブロック性の膜で囲まれていることを特徴とする発光型表示装置。

【請求項13】

マトリクス状に配置した複数の画素を構成する発光素子を有する発光型表示装置であって、前記発光型表示装置から観察者側へ取り出される光の強度が視野角 0° において最大となることを特徴とする発光型表示装置。

【請求項14】

請求項13に記載の発光型表示装置において、前記発光型表示装置から観察者側へ取り出される光の強度が最大となる波長の変化量が、視野角を 0° から 60° まで変化させる場合に10nm以下となることを特徴とする発光型表示装置。

【請求項15】

マトリクス状に配置した複数の画素を構成する発光素子を有する発光型表示装置であって、前記発光型表示装置が前記発光素子が形成される基板とは反対側から光を取り出す発光型表示装置であり、前記発光素子を構成する発光層から放射する光に対する干渉の強度が視野角 0° において極大値となる波長を λ_{imax} 、極小値となる波長を λ_{imin} 、前記発光層から放射する光の強度が最大となる波長を λ_{emax} とした場合、 $\lambda_{\text{imax}} < \lambda_{\text{emax}}$ 、及び $\lambda_{\text{imin}} \geq \lambda_{\text{emax}} + 70\text{nm}$ の関係を満たすことを特徴とする発光型表示装置。

【請求項16】

請求項15に記載の発光型表示装置において、前記発光素子は光取り出し側に光透過性の電極を有し、該電極の光取り出し側の面上には屈折率が1.4～2.0の透明体を備えることを特徴とする発光型表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、マトリクス状に配置した発光素子の発光動作を制御して表示を行う発光型表示装置に関して、特に光の波長程度、あるいはそれ以下の厚さの薄膜を積層した構造を有する有機発光ダイオード素子などの発光素子を備える発光型表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

有機発光ダイオード(Organic Light-Emitting Diode)素

子は、有機薄膜からなる発光層に正負の電荷を注入することにより電気エネルギーを光エネルギーに変換して発光する素子である。発光素子として有機発光ダイオード素子を備える発光型表示装置（以下「OLEDディスプレイ」という。）は、液晶表示装置に代表される非発光型の表示装置とは異なり、自発光型であるためバックライトなどの補助光源が不要なことから薄型、軽量である。さらにOLEDディスプレイは視野角が広く、表示の応答速度が早いといった特徴を有する。

【0003】

有機発光ダイオード素子70としては、図16に例示するような透明基板6上に形成した陽極として機能する透明電極200と、陰極として機能する光反射性の金属からなる反射電極300と、これらの電極間に陰極側から電子輸送層101、発光層102、ホール輸送層103を順次積層した三層構造の有機膜100とからなる素子が知られている。有機発光ダイオード素子70を構成するこれらの膜の厚さは、一般に数十から数百nmと光の波長程度、あるいはそれ以下であり、反射電極は鏡面となっているので、発光層から放射する光は干渉の影響を受ける。有機発光ダイオード素子70では、この干渉効果のために実際に観察者1000に向かう光2000は、視野角により発光スペクトルが変化して、色が変わるといった課題がある。これと同様な課題は無機のエレクトロルミネッセンス素子でも生じる。

【0004】

この課題に対して、発光素子に光を散乱する構造を設けるものが、次の特許文献1、2に開示されている。

【0005】

【特許文献1】特開平11-329742号公報

【特許文献2】特開2002-270365号公報

これらの文献には、素子から放出される光が光散乱体により散乱され、様々な進行方向及び位相差の光が混合されるため、干渉が原因で生じる視野角に対する色の変化が大幅に低減すると記載されている。

【0006】

【特許文献3】特開平4-328295号公報

また、特許文献3には、電子輸送層の膜厚を膜厚輝度減衰特性の2次極大値を含みかつその振幅がその収束輝度値を越える輝度を生ずる膜厚とすることで、光の干渉が原因で生じる視野角に対する色の変化を低減する素子が開示されている。これは、発光層から放射する光のうち、直接観察者側へ向かう光と、背面の電極で反射したのち観察者側へ向かう光との位相差により生じる干渉に着目し、電子輸送層の膜厚輝度減衰特性をもとに条件を設定するものである。

【0007】

【特許文献4】特開平7-240277号公報

また、特許文献4には、干渉効果を利用するものとして、透明電極と基板の界面又は透明電極と高屈折性下地膜との界面又は透明電極と低屈折性下地膜との界面を反射性と取扱い、陰極から陽極までの光学膜厚を制御することで発光光の色純度を高める有機発光ダイオード素子が開示されている。

【0008】

一般に、OLEDディスプレイの駆動タイプは、薄膜トランジスタ（以下「TFT」ともいう。）などのスイッチング素子を備えるアクティブマトリクス駆動型と、有機発光ダイオード素子を構成する電極をそれぞれ走査線とデータ線に直結して駆動する単純マトリクス駆動型が考えられる。

【0009】

アクティブマトリクス駆動型OLEDディスプレイの典型的な画素駆動回路はスイッチトランジスタとドライバトランジスタの2つのTFTと蓄積容量で構成され、この画素駆動回路により有機発光ダイオード素子の発光が制御される。画素はデータ信号（又は「画像信号」ともいう。）が供給されるn本のデータ線と、走査信号が供給されるm本の走査線

(以下「ゲート線」ともいう。)を m 行 \times n 列のマトリクスに配列した各交差部に配置される。

【0010】

画素の駆動は、最初(一行目)のゲート線からターンオン電圧を順次供給し、1フレーム期間内に m 行のゲート線に対して順次走査信号を供給する。この駆動方法では、あるゲート線にターンオン電圧が供給されている間はそのデータ線に接続されたスイッチトランジスタは全て導通状態となり、それに同期して n 列のデータ線にデータ電圧が供給される。これはアクティブマトリクス駆動型の液晶表示装置で一般的に用いられているものである。

【0011】

データ電圧はゲート線にターンオン電圧が供給されている間に蓄積容量に蓄えられ、1フレーム期間はほぼ保持される。蓄積容量の電圧値はドライバトランジスタのゲート電圧を規定し、これによりドライバトランジスタを流れる電流値が制御され有機発光ダイオード素子の発光が制御される。つまり、アクティブマトリクス駆動型のOLEDディスプレイでは1フレーム期間にわたり所定の発光を行うことができる。

【0012】

これに対して、単純マトリクス駆動型のOLEDディスプレイではある走査線が選択されている期間にのみ有機発光ダイオード素子に電流が流れ発光する。このため、単純マトリクス駆動型のOLEDディスプレイでアクティブマトリクス駆動型のOLEDディスプレイのように1フレーム期間にわたって発光する場合と同じ輝度を得るためには、略走査線数倍の発光輝度が必要となる。これを実現するには有機発光ダイオード素子を駆動する電圧や電流を大きくしなければならず、発熱などによるエネルギーの損失により電力効率が低下する。

【0013】

このようにアクティブマトリクス駆動型は単純マトリクス駆動型に比べて消費電力の低減といった観点から優位である。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】

アクティブマトリクス駆動型のOLEDディスプレイを実現する場合にはTFTなどのスイッチング素子が必要となる。スイッチング素子是有機発光ダイオード素子を電流駆動する必要があることから、移動度の高さや閾値電圧シフトなどによる性能劣化を考慮するとポリシリコンTFTの適用が好ましい。

【0015】

図17はスイッチング素子10として低温ポリシリコンTFTを備える従来のOLEDディスプレイの1画素付近の模式的断面図である。低温ポリシリコンTFTを石英ガラス基板のような高価な基板ではなく、より安価なガラス基板からなる透明基板6の上に形成する場合、NaやKなどのイオンの混入によるTFTの閾値電圧変動といった問題を防ぐために、透明基板6の上にSiNからなるイオンをブロックするための第1の下地膜11と、SiOからなる第2の下地膜12が積層される。さらに、TFTを構成するゲート絶縁膜16や、その他の層間絶縁膜18、20が透明基板6上に積層される。

【0016】

このように、アクティブマトリクス駆動型のOLEDディスプレイでは発光層を含む有機膜100、透明電極200、反射電極300から構成される有機発光ダイオード素子70と透明基板6との間に複数の屈折率の異なる膜が存在することになる。これらの膜の厚さは一般に数十nm~数百nmであるため発光層から放射し、観察者1000に向かう光2000に干渉の影響を与える。

【0017】

図18は、従来のアクティブマトリクス駆動型OLEDディスプレイの発光スペクトルの測定結果の一例を示すもので、緑色の発光スペクトルの視野角依存性を示す図である。視野角が変わると光の干渉の影響で波長に対する発光強度の比率が変化する。また、図19

は従来のアクティブマトリクス駆動型OLEDディスプレイの色度の視野角依存性の測定例を示す図である。この図は赤色、緑色、青色の3原色と白色を表示した場合の視野角 0° ～ 75° までの色度を 15° 間隔でプロットしたものである。このように従来のアクティブマトリクス駆動型OLEDディスプレイでは視野角によって許容し難い色の変化が生じる。

【0018】

これに対して、視野角による色の変化を抑制するものとしては、発光素子に光を散乱する手段を設けることが従来から提案されている。この場合、干渉の影響を十分に抑制できる光散乱層などの散乱手段を設けると、明るい環境下では外部から表示装置に入射する光が散乱手段で散乱反射して黒表示が十分に黒くならず白っぽくなる。このため明るい環境下では十分なコントラスト比が得られないという別の課題を生じる。

【0019】

図20は、従来のアクティブマトリクス駆動型OLEDディスプレイの緑色画素における干渉強度の視野角依存性を試算した結果を示す図である。このように、従来のアクティブマトリクス駆動型のOLEDディスプレイでは、下地膜や層間絶縁膜の界面での反射に起因して干渉強度の極大値や極小値が可視波長域に幾つも存在し、極大値となる波長と極小値となる波長の間隔が短波長側で数十nm程度と狭くなる。また、干渉強度の極大値や極小値は視野角の増大に伴い短波長側に $70\sim 140\text{ nm}$ 程度は移動する。

【0020】

このため、従来技術で着目している電子輸送層の膜厚、あるいは陰極（反射電極）から陽極（透明電極）までの光学膜厚を制御することで所望の波長の強度が光の干渉により増強される条件を採用しても、図20に示すように、視野角 0° において所望の波長よりも長波長側に存在する干渉強度の極大値や極小値が視野角が 0° から 30° 、 45° 、 60° と大きくなるにつれて発光波長領域に移動して出現するため、観察者に観察される発光スペクトルが変化して色が変わってしまう。

【0021】

本発明の課題は、有機発光ダイオード素子など、光の干渉の影響を受ける発光素子を有する発光型表示装置において、視野角による色の変化が小さい表示を実現する発光型表示装置を提供することにある。

【0022】

【課題を解決するための手段】

アクティブマトリクス駆動型のOLEDディスプレイの視野角による色の変化は、従来の技術で考慮している電子輸送層の膜厚、あるいは陰極から陽極までの光学膜厚だけでは制御することができず、下地膜や層間絶縁膜の界面での反射に起因する干渉を考慮する必要があることが判明した。また、従来の技術では、干渉の条件を設定する際に発光波長領域のみに着目していたが、これでは不十分であることがわかった。つまり、視野角 0° の条件において、発光波長よりも長い波長側の干渉強度の状態が視野角による色変化に対して重要であることを見出した。

【0023】

これらに基づいた解決手段を、請求項1ないし16に対応して説明すると、次の〔1〕ないし〔16〕のとおりである。

【0024】

〔1〕マトリクス状に配置した複数の画素を構成する発光素子を有する表示装置であって、視野角 0° において前記発光素子を構成する発光層から放射する光に対する干渉の強度（以下「干渉強度」ともいう。）が極大値となる波長が、前記発光層から放射する光の強度（以下「発光強度」ともいう。）が最大となる波長よりも短い波長であること特徴とする。

【0025】

〔2〕〔1〕の特徴について別の表現を用いると、マトリクス状に配置した複数の画素を構成する発光素子を有する表示装置において、前記発光素子を構成する発光層から放射す

る光に対する干渉強度が視野角 0° において極大値となる波長を λ_{imax} 、発光強度が最大となる波長を λ_{emax} とした場合、 $\lambda_{\text{imax}} < \lambda_{\text{emax}}$ の関係を満たすことを特徴とする。

【0026】

〔3〕あるいは、マトリクス状に配置した複数の画素を構成する発光素子を有する表示装置であって、視野角 0° において前記発光素子を構成する発光層から放射する光に対する干渉強度が極小値となる波長が、前記発光層から放射する光の強度が最大となる波長よりも長い波長であって可視波長領域に存在しないことを特徴とする。

【0027】

上記〔1〕ないし〔3〕の特徴によると、視野角が大きくなると干渉強度が極大値や極小値となる波長が短い波長側に移動するが、視野角が大きくなっても発光波長領域に干渉強度の極大値や極小値が移動してくることがないので干渉強度の視野角依存性が発光波長に対する発光強度の比率（以下、発光スペクトルの形状ともいう。）に与える影響が小さくなり、視野角による色の変化が抑制される。

【0028】

〔4〕さらに望ましくは、マトリクス状に配置した複数の画素を構成する発光素子を有する表示装置において、前記発光素子を構成する発光層から放射する光に対する干渉強度が視野角 0° において極大値となる波長を λ_{imax} 、前記発光層から放射する光の強度が最大となる波長を λ_{emax} とした場合、 $\lambda_{\text{emax}} - 50\text{nm} \leq \lambda_{\text{imax}} < \lambda_{\text{emax}}$ の関係を満たすことを特徴とする。

【0029】

この場合、干渉により発光強度が強められるため、視野角による色の変化が抑制されると同時により明るい表示装置が実現できる。

【0030】

〔5〕さらに望ましくは、マトリクス状に配置した複数の画素を構成する発光素子を有する表示装置において、前記発光素子を構成する発光層から放射する光に対する干渉強度が視野角 0° において極小値となる波長を λ_{imin} 、前記発光層から放射する光の強度が最大となる波長を λ_{emax} とした場合、 $\lambda_{\text{emax}} + 70\text{nm} \leq \lambda_{\text{imin}}$ の関係を満たすことを特徴とする。

【0031】

これにより、視野角が大きくなっても干渉強度の極小値が発光強度が最大となる波長に到達して発光スペクトルの形状を大きく変化させることがないため視野角による色の変化が抑制される。

【0032】

〔6〕マトリクス状に配置した複数の画素を構成する発光素子を有する表示装置であって、前記発光素子を構成する発光層から放射する光が白色、あるいは発光強度に複数の極大値が存在し、視野角 0° において前記発光層から放射する光に対する干渉の強度が極大値となる波長が、可視波長域において前記発光層から放射する光の強度が極大値となる波長よりも短く、さらに前記干渉の強度が極小値となる波長が、前記発光層から放射する光の強度が極大値となる波長よりも長い波長であって可視波長領域に存在しないことを特徴とする。

【0033】

この場合、上記〔1〕ないし〔3〕と同様に、干渉強度の極大値や極小値は視野角が増加すると短い波長側に移動するが、視野角が大きくなっても発光波長領域に干渉強度の極大値や極小値が移動してくることがないので、発光スペクトルの形状はほとんど変化しないため視野角が変化しても色の変化は小さく抑えられる。

【0034】

〔7〕マトリクス状に配置した複数の画素を構成する発光素子を有するカラー表示装置であって、前記発光素子を構成する発光層から放射する光に対する干渉の強度が視野角 0° において極大値となる波長を λ_{imax} 、極小値となる波長を λ_{imin} 、前記発光層か

ら放射する光の強度が最大となるを波長 λ_{max} とした場合、 $\lambda_{\text{max}} - 50 \text{ nm} \leq \lambda_{\text{imax}} < \lambda_{\text{max}}$ 、又は $\lambda_{\text{max}} + 70 \text{ nm} \leq \lambda_{\text{imin}}$ の関係を満たすことを特徴とする。

【0035】

〔8〕さらに上記〔7〕において、前記発光素子が有機発光ダイオード素子であり、前記有機発光ダイオード素子を構成する有機膜の膜厚を赤色画素ではRT、緑色画素ではGT、青色画素ではBTとした場合、 $RT \geq GT \geq BT$ であることを特徴とする。

【0036】

この場合は、干渉強度が極大値となる波長はホール輸送層や電子輸送層などの有機膜が厚くなると長波長側へ移動することに基いており、上記膜厚条件を満足することで、視野角による色変化を抑制した状態で、各色に対する干渉強度を大きくし、発光効率を高めることができる。

【0037】

〔9〕また、上記干渉強度の条件を満たすために、前記表示装置が発光素子の点滅を制御するスイッチング素子が形成された透明基板側から光を取り出すアクティブマトリクス駆動型の表示装置であり、少なくとも前記画素の発光領域では、前記スイッチング素子を構成する複数の絶縁膜のうち少なくとも1層が選択的に除去されていることを特徴とする。

【0038】

〔10〕特に、前記選択的に除去される膜は、前記透明基板、あるいは前記発光素子を構成する透明電極との屈折率差が0.4以上であることを特徴とする。

【0039】

この場合、反射面の数や全体の膜厚が減ることで干渉強度が極値（極大値や極小値）となる波長の間隔が長くなり上記干渉強度の条件が実現できるようになるので、視野角による色変化を小さくできる。

【0040】

〔11〕前記スイッチング素子が低温ポリシリコンTFTで構成されており、上記干渉強度の条件を満たすために、画素の発光領域では前記スイッチング素子と前記透明基板の間に形成される下地膜と、前記スイッチング素子を構成する複数の絶縁膜が全て除去されていることを特徴とする。

【0041】

〔12〕さらに前記スイッチング素子は全方位に渡ってイオンブロック性の膜で囲まれていることを特徴とする。

【0042】

この〔11〕〔12〕場合、上記干渉強度の条件を満たすために発光領域の下地膜を除去すると、そこに透明基板からのNaやKといったイオンの混入経路ができてしまうが、スイッチング素子を全方位にわたりイオンブロック性の膜で囲むことでイオンの混入による低温ポリシリコンTFTの閾値電圧変動を防ぐことができる。

【0043】

〔13〕マトリクス状に配置した複数の画素を構成する発光素子を有する表示装置であって、前記表示装置から観察者側へ取り出される光の強度が視野角 0° において最大となることを特徴とする。

【0044】

〔14〕さらに、前記表示装置から観察者側へ取り出される光の強度が最大となる波長の変化量は視野角が 0° から 60° まで変化しても10nm以下であることを特徴とする。これらは、上記干渉強度の条件を満たす表示装置において得られる発光スペクトルの特徴を表している。従って〔13〕ないし〔14〕の特徴を満たすことで視野角の変化による色の変化が小さい表示装置が実現できる。

【0045】

〔15〕マトリクス状に配置した複数の画素を構成する発光素子を有する表示装置であって、前記表示装置は前記発光素子が形成される基板とは反対側から光を取り出す表示装置

であり、前記発光素子を構成する発光層から放射する光に対する干渉の強度が視野角 0° において極大値となる波長を λ_{imax} 、極小値となる波長を λ_{imin} 、前記発光層から放射する光の強度が最大となる波長を λ_{emax} とした場合、 $\lambda_{imax} < \lambda_{emax}$ 、及び $\lambda_{imin} \geq \lambda_{emax} + 70\text{nm}$ の関係を満たすことを特徴とする。

【0046】

〔16〕〔15〕において、前記発光素子は光取り出し側に光透過性の電極を有し、該電極の光取り出し側の面上には屈折率が1.4～2.0の透明体を備えることを特徴とする。

【0047】

上記〔15〕は発光素子が形成される基板とは反対側から光を取り出す、いわゆるトップエミッション型の表示装置に関するものである。この場合も視野角が大きくなると干渉強度が極大値や極小値となる波長は短い波長側に移動するが、視野角が大きくなっても発光層から放射する光の強度が最大となる波長に干渉強度の極大値や極小値が移動してこない。このため干渉強度の視野角依存性が発光スペクトルの形状に与える影響が小さくなり、視野角の変化による色の変化が抑制される。

【0048】

また、〔16〕はトップエミッション型の発光型表示装置において、発光素子の光取り出し側に形成する光透過性の電極、すなわち透明電極の光取り出し側に屈折率が気体よりも高い透明体を備えることで、透明電極の光取り出し側の界面での反射を低減するものである。この場合、干渉の強度が弱まり、干渉強度の極大値と極小値の差が小さくなるので、視野角による干渉強度の大きさの変化が小さくなり、視野角による色の変化が小さくなる。

【0049】

なお、本発明は上記の構成および後述する実施例の構成に限定されるものではなく、本発明で示す干渉強度の条件を規定するという技術思想を逸脱することなく種々の変更が可能であることはいうまでもない。

【0050】

【発明の実施の形態】

各画素を構成する発光層を含む有機膜は、その材料に依存した色（白色を含む）で発光させてモノカラー表示、あるいはフルカラー表示を実現するものと、白色発光の有機膜に、赤、緑、青などのカラーフィルターを組み合わせてカラー表示を行うものがある。

【0051】

図1は本発明による表示装置の実施例の構成を説明する1画素付近の模式断面図である。また、図2は本発明による表示装置の画素部の構造を示す一部平面図である。この表示装置は、薄膜トランジスタからなるスイッチング素子および有機発光ダイオード素子を有するアクティブマトリクス駆動型のOLEDディスプレイである。図3は表示装置1の全体のレイアウトを模式的に示すブロック図であり、図4はその表示部2を構成するアクティブマトリクスの等価回路図である。

【0052】

図3(A)に示すように、表示装置1は、ガラスなどの透明な絶縁性の基板からなる透明基板6のほぼ中央部に表示部2が設けられる。表示部2の上側には、データ線7に対して画像信号を出力するデータ駆動回路3、左側にはゲート線8に対して走査信号を出力する走査駆動回路4が設置されている。これらの駆動回路3、4はNチャネル型とPチャネル型のTFT(Thin Film Transistor)による相補型回路から構成されるシフトレジスタ回路、レベルシフト回路、アナログスイッチ回路などから構成される。また、共通電位配線9がデータ線7と同じ方向に延在して配置される。なお、表示装置1は、図3(B)に示すように脚5で支持され、テレビ映像、コンピュータ画像などのモニター装置として利用でき、また、テレビチューナを内蔵させて、単独としてテレビ受像機としても利用できる。

【0053】

表示装置1では、アクティブマトリクス駆動型の液晶表示装置と同様、透明基板6上に複

数のゲート線と、該ゲート線の延在方向に対して交差する方向に延在させた複数のデータ線が設けられており、図4に示すごとくm本のゲート線G1, G2, ..., Gmとn本のデータ線D1, D2, ..., Dnとの交差するところにマトリクス状に画素60が配置される。各画素は発光素子70と、蓄積容量40と、ゲート電極がゲート線に接続し、ソース・ドレイン電極の一方がデータ線に接続され、他方が蓄積容量40に接続されているNチャネル型のTFTからなるスイッチトランジスタ30と、ゲート電極が該蓄積容量40に接続し、ソース電極が上記データ線と同じ方向に延在する共通電位配線9に接続され、ドレイン電極が発光素子70を構成する有機発光ダイオード素子の一方の電極(陽極)に接続されているPチャネル型のTFTからなるドライバトランジスタ10とから構成される。また、発光素子70を構成する有機発光ダイオード素子の他方の電極(陰極)は、全画素共通の電流供給線に接続されて一定の電位Vaに保たれる。

【0054】

画素60の駆動は1行目のゲート線G1からターンオン電圧を順次供給し、1フレーム期間内にm行のゲート線に対して順次この電圧(走査信号)を供給する。走査信号によってスイッチトランジスタ30がオン状態になるとデータ線から画像信号がスイッチトランジスタ30を介して蓄積容量40に書き込まれる。つまり、この駆動方法では、あるゲート線にターンオン電圧が供給されている間はそのデータ線に接続されたスイッチトランジスタは全て導通状態となり、それに同期してn列のデータ線にデータ電圧が供給される。

【0055】

データ電圧はゲート線にターンオン電圧が供給されている間に蓄積容量に蓄えられ、ドライバトランジスタ10のゲート電極は、スイッチトランジスタ30がオフ状態になっても、蓄積容量40により画像信号に相当する電位に1フレーム期間はほぼ保持される。蓄積容量の電圧値はドライバトランジスタ10のゲート電圧を規定し、これによりドライバトランジスタ10を流れる電流値が制御され有機発光ダイオード素子70の発光が制御される。発光の停止は、ドライバトランジスタ10をオフ状態とすることで実現する。

【0056】

つまり、発光量を制御すべき画素60に対応したゲート線8にターンオン電圧が印加されるのに同期して、画像情報に対応した電圧をデータ線7を介して印加することで画素60の発光量を制御することができる。したがって、表示部2を構成する複数の画素の発光量を画像情報に応じて制御することで所望の画像を表示することができる。なお、発光素子70の陰極及び陽極の両端に電圧が印加されてから発光が始まるまでの応答時間は通常1μs以下であるため、動きの速い画像にも追従できる画像表示を実現できる。

【0057】

ここで、例えば、フルカラー表示を行う表示装置を実現しようとする場合には発光素子70は赤色、緑色、青色のいずれかの光を発するものが所定の順序でマトリクス状に配置される。つまり、有機発光ダイオードの発光波長を画素毎に赤色、緑色、青色の3原色に対応したものとする。

【0058】

次に図1及び図2を参照しながら表示装置1の1画素付近の構造を説明する。図2は表示装置1の画素部の平面構造を説明するための一部模式平面図であり、図1は図2上のA-A'線に沿った断面構造を示す1画素付近の模式断面図である。

【0059】

この表示装置ではガラスなどの絶縁性の透明基板6の上に薄膜トランジスタからなるスイッチング素子10, 30を備える。画素回路を構成するドライバトランジスタ10やスイッチトランジスタ30などのスイッチング素子はポリシリコン薄膜トランジスタから構成される。

【0060】

ポリシリコン薄膜トランジスタはソース・ドレイン領域13, 17やチャネルポリシリコン層14などを含むポリシリコン層の上にゲート絶縁膜16、ゲート線層15、第1の層間絶縁膜18、ソース・ドレイン電極層19、第2の層間絶縁膜20を有する。

【0061】

また、ポリシリコン薄膜トランジスタと透明基板6との間には透明基板6からポリシリコン層14及びゲート絶縁膜16へのNaやKなどのイオンの混入をブロックするためにSiNx膜などからなる第1の下地膜11を有し、さらに第1の下地膜11とポリシリコン層の間にはSiOx膜などからなる第2の下地膜12を有する。

【0062】

本実施例の表示装置では後述の理由から第1及び第2の下地膜11、12と、ゲート絶縁膜16と、第1及び第2の絶縁膜18、20とが、画素の発光領域61に相当する部分では選択的に取り除くか、あるいは形成しないようにして開口部を形成する。

【0063】

有機発光ダイオード素子70において陽極として機能する透明電極200は、画素の発光領域61となる部分を覆うように島状に形成される。この際、透明電極200は第2の層間絶縁膜20を貫通する穴を通してドレイン電極19と接続され、発光領域61では透明基板6上に絶縁膜を介することなく形成される。

【0064】

図2で示すように、スイッチングトランジスタ30、ドライバトランジスタ10、データ線7、ゲート線8、共通電位配線9などの非発光領域と、透明電極200上の非発光領域の上には画素の発光領域61に対応した開口を有する図1で示す第3の層間絶縁膜21が形成される。発光層を含む有機膜100は透明電極200上に画素を覆うように形成されるが、発光領域61以外の領域では第3の層間絶縁膜21によって透明電極200とは隔離される。有機膜100の上には表示部2の全面にわたり有機発光ダイオード素子70において陰極として機能する反射電極300が形成される。

【0065】

なお、本実施例は有機発光ダイオード素子70の発光層から放射し、観察者1000に向かう光2000が有機発光ダイオード素子70が形成された透明基板6側から取り出される、いわゆるボトムエミッション型のOLEDディスプレイである。有機発光ダイオード素子70の有機膜100は陽極（透明電極200）と陰極（反射電極300）との間に陰極（反射電極300）側から順に電子輸送層、発光層、ホール輸送層を積層配置したものをを用いることができる。

【0066】

このような有機発光ダイオード素子は陽極である透明電極200と陰極である反射電極300とに直流電圧を印加すると、透明電極200から注入されたホールがホール輸送層を経由して、また、反射電極300から注入された電子が電子輸送層を経由して、それぞれ発光層に到達し、電子-ホールの再結合が生じてここから所定の波長の発光が生じるものである。

【0067】

なお、有機発光ダイオード素子70の有機膜100では発光層と電子輸送層を兼用できる材料を用いても良い。また、陽極（透明電極200）とホール輸送層の間に陽極バッファ層、あるいはホール注入層を配置したものをを用いてもよい。

【0068】

陽極（透明電極200）には仕事関数の高い透明な電極材料を用いればよく、例えばITO (Indium tin oxide) が好適である。また、InZnOを用いることもできる。

【0069】

陰極である反射電極300には仕事関数の低いAl、Mg、Mg-Ag合金やAl-Li合金などを用いることができる。Al単体では駆動電圧が高く、寿命が短いことから有機膜100との間に極薄いLi化合物（酸化リチウムLi₂O、フッ化リチウムLiFなど）を挿入してAl-Li合金に匹敵する特性を得るようにしたものを用いても良い。また、陰極に接する部分の有機膜をリチウムやストリチウムなどの反応性の高い金属でドーピングして駆動電圧を低くするようにしても良い。

【0070】

なお、反射電極300は光の反射率が高い材料から構成されることが、発光層から放射した光の利用効率向上の面から望ましい。有機膜100は陽極（透明電極200）と陰極（反射電極300）との間に所定の電圧を印加し、電流を流すことで所望の色で発光する材料を用いる。

【0071】

赤色発光用の材料としては、例えば、ホール輸送層は α -NPD（N、N'-ジ（ α -ナフチル）-N、N'-ジフェニル1、1'-ビフェニル-4、4'-ジアミン）、又は、トリフェニルジアミン誘導体TPD（N、N'-ビス（3-メチルフェニル）1、1'-ビフェニル-4、4'-ジアミン）などを用い、電子輸送性発光層（電子輸送層と発光層を兼用）としては、例えば、Alq3（トリス（8-キノリノレート）アルミニウム）にDCM-1（4-（ジシアノメチレン）-2-メチル-6-（p-ジメチルアミノステリル）-4H-ピランを分散したものを用いることができる。

【0072】

緑色発光用の材料としては、例えば、ホール輸送層は α -NPD、又は、トリフェニルジアミン誘導体TPDなどを用い、電子輸送性発光層（電子輸送層と発光層を兼用）としては、例えば、Alq3、Bebq、又は、キナクリドンでドーピングしたAlq3などを用いることができる。

【0073】

青色発光用の材料としては、例えば、ホール輸送層は α -NPD、又は、トリフェニルジアミン誘導体TPDなどを用い、発光層としては、例えば、DPVBi（4、4'-ビス（2、2-ジフェニルビニル）ビフェニル）、これとBCzVBi（4、4'-ビス（2-カルバゾールビニレン）ビフェニル）からなる材料、あるいは、ジスチルルアリレン誘導体をホストとし、ジスチルルアミン誘導体をゲストとしてドーピングしたものなどを用い、電子輸送層としては、例えば、Alq3などを用いることができる。また、電子輸送性発光層（電子輸送層と発光層を兼用）としては、例えば、Zn(oxz)2（2-（o-ヒドロキシフェニル）-ベンズオキサゾールの亜鉛錯体）などを用いることができる。

【0074】

さらに、上記低分子系の材料の他にポリマー系の材料を用いることができる。ポリマー系の材料としてはPEDT/PSS（Polyethylene dioxythiopheneとPolystyrene sulphonateの混合層）とPPV（poly（p-phenylene vinylene）の積層膜をホール輸送層、発光層として用いることができる。また、緑色の発光はPPVに緑インクを調合したもの、赤色の発光は緑インクに赤発光ドーパントとしてローダミン101を添加調合したもので実現でき、青色の発光層としてはF8（Poly（dioctylfluorene））を用いることができる。なお、F8は電子輸送層としても機能する。また、ポリマー系の材料としてはこの他にPVK（ポリビニルカルバゾール）のような色素含有ポリマーを用いることができる。

【0075】

いずれの材料であっても有機膜100を構成する各層は数十nm程度と薄く、光の波長よりも小さくなるのが一般的である。なお、本発明は上記材料に限定されるものではない。つまり、所望の色をより高い効率で発光し、より長い寿命を実現できる材料があればそれを用いればよい。

【0076】

図5、図6、図7は本発明による表示装置の製造工程の一例の説明図であり、1画素付近の断面を工程順に説明する模式図である。本実施例はいわゆるトップゲート構造の薄膜トランジスタを用いたものであるが、本発明はいわゆるボトムゲート構造の薄膜トランジスタを除外するものではない。以下、本工程の概略を順に説明する。

【0077】

図5(A)は透明基板6上に第1及び第2の下地膜11、12と、ソース・ドレイン領域13、17やチャネルポリシリコン層14などからなる島状のポリシリコン層と、ゲート絶縁膜16と、ゲート電極15が形成された後、第1の層間絶縁膜18が積層された状態の模式断面図である。

【0078】

第1の下地膜11はSiNxで構成される。この膜は透明基板6からのNaやKのイオンをブロックする機能を有するといわれている。第1の下地膜11の上には第2の下地膜12としてSiOxが積層され、その上にチャネルポリシリコン層14とソース・ドレイン領域13、17などを形成するための元になる島状のポリシリコン層が形成される。ポリシリコン層は第2の下地膜12上に形成するアモルファスシリコン層を島状に加工し、レーザーアニールにより結晶化することで得られる。ポリシリコン層の上にはSiOxからなるゲート絶縁膜16が積層され、さらにその上にチタン(Ti)やタングステン(W)などの導電性薄膜からなるゲート電極15が形成される。この後、ゲート電極15をマスクとして適切なリンイオンドーピング処理を施すことで、ポリシリコン層にソース・ドレイン領域13、17などを形成し、第1の層間絶縁膜18を形成する。

【0079】

次に図5(B)に示すように、ソース・ドレイン領域13、17に対応する部分に第1の層間絶縁膜18及びゲート絶縁膜16を貫通するコンタクトホールを形成する。このとき、後に画素の発光領域61となる部分と、ドレイン電極13が透明電極と接続される領域については、第1の層間絶縁膜18及びゲート絶縁膜16と一緒に第2の下地膜12も除去して開口部を形成する。第1の層間絶縁膜18、ゲート絶縁膜16及び第2の下地膜12は全てSiOxから構成している。このためいわゆるフォトリソグラフィ技術を用いることでマスク数や工程数を増やすことなく第1の層間絶縁膜18及びゲート絶縁膜16を貫通するコンタクトホールと、第1の層間絶縁膜18、ゲート絶縁膜16及び第2の下地膜12の発光領域に相当する領域の開口部を同時に形成できる。

【0080】

次に図5(C)に示すように、ソース・ドレイン電極層19を形成する。ソース又はドレイン電極層19は第1の層間絶縁膜18及びゲート絶縁膜16を貫通するコンタクトホールを介してソース・ドレイン領域13、17と接続される。なお、後に発光素子を形成する透明電極とドレイン電極13との接続は、ソース・ドレイン電極層19が第1の層間絶縁膜18、ゲート絶縁膜16及び第2の下地膜12の段差を乗り越えて一部が第1の下地膜11の上にも形成され、そこで透明電極と接続することで実現される。これは後に形成する透明電極が光学上の理由から薄くする必要がある場合には、第1の層間絶縁膜18、ゲート絶縁膜16及び第2の下地膜12からなる大きな段差を乗り越える際に断線などの不良が発生しやすくなるため、これらの段差をソース・ドレイン電極層19により乗り越えることで、不良を防止するためである。なお、ソース・ドレイン電極層19としてはアルミニウム膜の上下をチタン(Ti)やタングステン(W)などでサンドイッチした三層積層構造の膜を用いるとよい。

【0081】

次に図6(A)に示すように、ソース・ドレイン電極層19を覆って第2の層間絶縁膜20をSiNxで形成する。

【0082】

次に図6(B)に示すように、ソース・ドレイン電極層19の第1の下地膜11上に形成された部分に対応する位置に第2の層間絶縁膜20を貫通するコンタクトホールを形成する。このとき、後に画素の発光領域61となる部分については第2の層間絶縁膜20といっしょに第1の下地膜11も除去して開口部を形成する。第2の層間絶縁膜20及び第1の下地膜11はともにSiNxから構成している。このためフォトリソグラフィ技術を用いることでマスク数や工程数を増やすことなく第2の層間絶縁膜20を貫通するコンタクトホールと、第2の層間絶縁膜20及び第1の下地膜11の発光領域に相当する領域の開口部を同時に形成できる。

【0083】

次に図6(C)に示すように、ITOからなる透明電極200をスパッタリングなどにより成膜し、フォトリソグラフィ技術により島状に加工する。この際、透明電極200は第2の層間絶縁膜20に形成したコンタクトホールを介してドレイン電極層19と接続する。

【0084】

次に図7(A)に示すように、発光領域61に相当する領域に開口を有する第3の層間絶縁膜21を形成する。第3の層間絶縁膜21はSiNxなどの無機材料、あるいは感光性のポリイミドやアクリル系樹脂などの有機材料、あるいはこれらの積層膜であってもよい。

【0085】

次に図7(B)に示すように、発光層等などからなる有機膜100を画素の発光領域61を覆うように形成する。有機膜100は上記有機材料を用いることができる。有機膜100の塗りわけは有機膜100が低分子系の場合は、例えば、下記非特許文献1に掲載されている公知のシャドーマスクによる真空蒸着有機膜のパターニング成膜技術を用いることができる。

【0086】

【非特許文献1】

S. Miyaguchi, et al. : "Organic LED Fullcolor Passive-matrix Display", Journal of the SID, 7, 3, pp221-226 (1999)

【0087】

また、有機膜100をポリマー系の材料で構成する場合は、例えば、下記非特許文献2に掲載されている公知のインクジェットパターニング技術を用いることができる。この工程の際、第3の層間絶縁膜21は画素の発光領域を分離する土手として機能する。

【0088】

【非特許文献2】

T. Shimoda, et al. : "Multicolor Pixel Patterning of Light-Emitting Polymers by Ink-Jet Printing", SID 99 DIGEST, 376 (1999)

【0089】

次に図7(C)に示すように、有機膜100の上には対向電極として陰極として機能する反射電極300を全面的に形成する。反射電極300は図示しない電流供給線と接続される。

【0090】

なお、通常、有機膜100は大気中の水分などにより劣化しやすい。このため以上の工程後、外気と触れないように図1に示すように封止手段400を用いて密閉封止することが望ましい。封止手段400としてはとしてはステンレスなどの金属缶、セラミックス板、ガラス板や、ガスバリアー処理を施した樹脂フィルム、薄いガラス板と樹脂フィルムを積層したものなどを用いることができる。この場合、封止手段400と基板6とは表示装置の表示部の周囲に枠状に塗布した接着性のあるシール剤により密閉接着し、両者の間隙401には窒素ガスなどの不活性な気体を封入するとよい。また、必要に応じて吸湿剤を封止手段と基板6の間に備えるとよい。あるいは、反射電極300上に直接、ガスバリア性の高い膜を積層することで封止手段を構成してもよい。

【0091】

次に本発明の根幹である発光層から放射する光に対する干渉強度（以下、単に「干渉強度」ともいう。）の条件について説明する。本発明ではマトリクス状に配置した複数の画素を構成する発光素子を有する表示装置において、少なくとも画素の発光領域における膜の構成を、発光層から放射する光に対する干渉強度（以下、単に「干渉強度」ともいう。）が視野角0°において極大値となる波長が、発光層から放射する光の強度（以下「発光強

度」ともいう。)が最大となる波長よりも短い波長となるように設定する。つまり、干渉強度が視野角 0° において極大値となる波長を λ_{imax} 、発光強度が最大となる波長 λ_{emax} とした場合、 $\lambda_{imax} < \lambda_{emax}$ の関係を満たす膜構成とする。この際、干渉強度が視野角 0° において極小値となる波長は、発光強度が最大となる波長よりも長波長側の可視波長領域には存在しないことが望ましい。

【0092】

上記条件とすることで視野角が大きくなり干渉強度が極値(極大値や極小値)となる波長が短波長側に移動しても、干渉強度の極大値は発光波長領域から遠ざかり、干渉強度の極小値は発光強度が最大になる波長には至らない。このため干渉の効果により発光強度の絶対値は小さくなるものの、発光波長に対する発光強度の比率(発光スペクトルの形状)の変化は小さいため視野角による色の変化が抑制される。

【0093】

つまり、視野角による色の変化は発光強度が最大となる波長を、干渉強度が極大値あるいは極小値となる波長が通過する場合に大きくなるので、干渉強度が極大値あるいは極小値となる波長は視野角が変わっても発光強度が最大となる波長にならないことが重要である。

【0094】

なお、視野角の変化による干渉強度が極値となる波長の移動は波長が長いほど大きく、青色では70nm程度の移動し、赤色では140nm程度移動する。このため、干渉強度が視野角 0° において極小値となる波長を λ_{imin} とすると、青色発光の画素であれば $\lambda_{emax} + 70\text{nm} \leq \lambda_{imin}$ の関係を満たし、赤色発光の画素であれば $\lambda_{emax} + 140\text{nm} \leq \lambda_{imin}$ の関係を満たせば、視野角が大きくなり干渉強度が極小値となる波長が短波長側に移動しても、干渉強度の極小値は発光強度が最大になる波長には至らないので、発光スペクトルの形状の変化は小さくなり視野角による色の変化が抑制される。

【0095】

また、本発明の表示装置では干渉強度が視野角 0° において極大値となる波長を λ_{imax} 、発光強度が最大となる波長を λ_{emax} とした場合に $\lambda_{emax} - 50\text{nm} \leq \lambda_{imax} < \lambda_{emax}$ の関係を満たすことが望ましい。

【0096】

これは、干渉強度が最大値となる波長 λ_{imax} が、発光強度が最大となる波長 λ_{emax} から50nm以上短波長側にずれると条件によっては実際に観察者に観察される発光強度が半分程度と著しく低下するためである。

【0097】

したがって、上記条件を満たすことで視野角 0° 近傍では干渉により発光強度が強められるため、視野角による色の変化が抑制されると同時に、より明るい表示装置が実現できる。

【0098】

図8は上記条件を満足する本実施例の視野角 0° における干渉強度の波長依存性と発光強度が最大となる波長との関係を示す図である。図示のとおり、本発明では青色を発光する画素では、少なくとも発光領域における膜の構成を干渉強度が極大値となる波長が青色の発光層から放射する光の強度(以下「発光強度」ともいう。)が最大となる波長よりも短波長となるように設定する。緑色を発光する画素に対しても同じく、少なくとも発光領域における膜の構成を干渉強度が極大値となる波長が、緑色の発光強度が最大となる波長よりも短波長となるように設定する。同じく赤色を発光する画素に対しても、少なくとも発光領域における膜の構成を干渉強度が極大値となる波長が、赤色の発光強度が最大となる波長よりも短波長となるように設定する。

【0099】

さらに干渉強度が視野角 0° において極小値となる波長が発光強度が最大となる波長よりも長波長側の可視波長領域に存在せず、各色の画素の発光領域ではそれぞれ $\lambda_{emax} - 50\text{nm} \leq \lambda_{imax} < \lambda_{emax}$ を満足する。

【0100】

具体的には青色の画素においては発光強度が最大と成る波長が450nmであるのに対し、干渉強度が極大値となる波長は445nmとなるように膜厚を設定する。また、緑色の画素においては発光強度が最大と成る波長が525nmであるのに対し、干渉強度が極大値となる波長は515nmとなるように膜厚を設定する。さらに、赤色の画素においては発光強度が最大と成る波長が615nmであるのに対し、干渉強度が極大値となる波長が610nmとなるように膜厚を設定する。

【0101】

これらの干渉条件を実現する青色画素の設計膜厚は、発光領域61において透明電極200の膜厚が80nm、有機膜100の膜厚が85nmである。このうち有機膜100の膜厚の内訳はホール注入層及びホール輸送層の合計膜厚が40nm、発光層の膜厚が25nm、電子輸送層の膜厚が20nmである。

【0102】

同じく、緑色画素の設計膜厚は、発光領域61において透明電極200の膜厚が80nm、有機膜100の膜厚が115nmである。このうち有機膜100の膜厚の内訳はホール注入層及びホール輸送層の合計膜厚が40nm、発光層の膜厚が45nm、電子輸送層の膜厚が30nmである。

【0103】

同じく、赤色画素の設計膜厚は、発光領域61において透明電極200の膜厚が80nm、有機膜100の膜厚が155nmである。このうち有機膜100の膜厚の内訳はホール注入層及びホール輸送層の合計膜厚が40nm、発光層の膜厚が30nm、電子輸送層の膜厚が85nmである。

【0104】

なお、本実施例における膜厚条件は有機膜100を構成するホール輸送層及びホール注入層を発光色毎には変えず40nmとして、全色共通化することで工程を減らし、スループットを向上させている。

【0105】

また、赤色画素の発光領域の有機膜厚RTを155nm、緑色画素の発光領域の有機膜厚GTを115nm、青色画素の発光領域の有機膜厚BTを85nmとした場合には、 $RT \geq GT \geq BT$ の関係を満たしている。これは干渉強度が極大値となる波長はホール輸送層、ホール注入層、あるいは電子輸送層が厚くなると長波長側へ移動することに基いている。つまり、視野角による色変化を抑制した状態で、干渉効果により発光強度をより大きくする場合には、発光波長が長い色ほど有機膜の膜厚を厚くすることが有効となるからである。

【0106】

図9は本実施例のOLEDディスプレイの発光スペクトルを示すもので、緑色の発光スペクトルの視野角依存性を示す図である。図示の通り、本実施例では視野角が増加すると発光強度の絶対値は小さくなるが、波長に対する発光強度の比率、つまり、発光スペクトルの形状の変化は小さい。このため、視野角が増加すると発光強度が低下して暗くはなるが、色の変化は抑制できる。

【0107】

つまり、本発明の発光型表示装置では発光層から放射して、観察者側へ取り出される光の強度は視野角0°において最大となり、視野角が増加するにつれて小さくなる。より正確には発光層から放射して、観察者側へ取り出される光の強度が最大となる波長では、視野角0°において光の強度が最大となり、視野角が増加するにつれて小さくなる。さらに、発光型表示装置から観察者側へ取り出される光の強度が最大となる波長の変化量は視野角が0°から60°まで変化しても10nm以下と小さい。

【0108】

これは視野角の増加にともなって干渉強度が極大値となる波長が短波長側へ移動して、発光強度が最大となる波長から遠ざかるためである。このため、本発明の発光型表示装置で

は視野角が変化しても発光スペクトルの形状の変化が小さくなるため、色の変化が抑制できる。

【0109】

図10は本実施例のOLEDディスプレイの色度の視野角依存性を示す図である。この図は赤色、緑色、青色の3原色と、白色を表示する場合の色度を視野角0°から75°まで15°間隔でプロットしたものである。

【0110】

これに対して、図19に例示した同じ発光材料を用いる従来のOLEDディスプレイの色度の視野角依存性と比べると視野角による色度の変化が小さくなっていることがわかる。例えば、白色の色度差 $\Delta x, y$ の値は従来0.05程度だったところが、本実施例では0.01程度と小さくなる。

【0111】

なお、上記干渉強度の条件を満たす場合は、本実施例のように、少なくとも画素の発光領域では下地膜や層間絶縁膜を除去することが極めて重要である。従来のアクティブマトリクス駆動型のOLEDディスプレイのように発光領域に下地膜や層間絶縁膜などが存在すると、これらの膜のうち屈折率が異なる膜の界面では反射が生じ、この反射に起因する干渉により干渉強度が極値（極大値や極小値）となる波長の間隔が短くなる。このため、可視波長領域に複数の干渉強度の極値が現れて本発明に係る干渉強度の条件を満足することができなくなる。この現象は発光ダイオード素子の膜条件を変えることで制御できる範囲を越えてしまうことがある。

【0112】

したがって、発光領域の下地膜や層間絶縁膜を除去することで、屈折率が異なる界面を減らし、反射面の数及び全体の膜厚を減らすことが干渉条件を制御するうえで必要となる。つまり、発光領域においては、本実施例のように発光素子の動作にとって不要な膜は除去し、干渉強度が極値となる波長の制御マージンを確保することが重要である。

【0113】

なお、発光領域において発光素子の動作に不要な膜を除去する際、スイッチ素子が低温ポリシリコンTFTで構成される場合には、以下の点を留意することが望ましい。

【0114】

それは、少なくともスイッチ素子が形成される領域では透明基板からのイオンをブロックするためのイオンブロック膜を形成し、さらに、スイッチ素子は全方位に渡ってイオンブロック性の膜で囲まれていることが望ましい。これは透明基板からのNaやKといったイオンが混入することで低温ポリシリコンTFTの閾値が変動してしまうといった問題を防ぐための処置であり、発光領域の下地膜を除去することで形成される新たなイオンの進入経路に対し、イオンが混入することを防ぐためである。

【0115】

イオンブロック膜としては緻密な膜が適しており、例えばSiNxが好適である。図1を参照すると本実施例ではSiNxからなる第1の下地膜11と第2の層間絶縁膜20によりスイッチ素子（図中ではドライバトランジスタ10）が全方位に渡って囲まれており、イオンの混入が防がれる構造としている。これにより本発明ではイオンの混入によるTFTの閾値電圧の変動を防ぐことができる。

【0116】

なお、本実施例では発光領域に相当する領域において下地膜や層間絶縁膜を除去するため、これらの膜応力によって基板が反ったり、マイクロクラックが発生することを防止できる。

【0117】

ところで、上記実施例では、赤色、緑色、青色の全ての色の画素の発光領域に対して、本発明で示す干渉強度の条件を適用する場合を述べた。もちろん、視野角の変化による色の変化を抑制するためには全ての色の画素の発光領域に対して、本発明の干渉強度の条件を適用することが望ましい。しかし、本発明はそれぞれ異なる色の光を放射する複数の画素

から構成される発光型表示装置において、少なくともひとつの色の画素の発光領域に対してのみ、本発明の干渉強度の条件を適用する場合を除外するものではない。

【0118】

また、上記実施例では干渉強度の極大値が可視波長領域にひとつしか存在しない場合を説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、赤色の画素であれば、発光強度が最大となる波長よりも短波長側に複数の干渉強度の極大値が存在しても問題とはならない。

【0119】

図11は視野角0°における赤色発光画素の発光領域における干渉強度の波長依存性と発光強度が最大となる波長との関係を示す図である。図示のとおり、赤色発光画素であれば、可視波長領域に複数の干渉強度の極大値が存在しても、それが発光強度が最大となる波長よりも短波長側になり得るため本発明に係る干渉強度の条件を満たすことができる。

【0120】

次に本発明の他の実施例を説明する。図12は本発明の表示装置の断面構造を示す1画素付近の模式断面図であり、上記実施例と同じ部分には同じ符号をつけて詳細な説明は省略する。図1に示す上記実施例では透明電極200が第1の層間絶縁膜18、ゲート絶縁膜16及び第2の下地膜12からなる段差を乗り越える際、断線することを避けるため、ソース・ドレイン電極層19が第1の層間絶縁膜18、ゲート絶縁膜16及び第2の下地膜12からなる段差を乗り越える構成としていた。

【0121】

これに対し、本実施例では図12に示すように、透明電極200が第1の層間絶縁膜18、ゲート絶縁膜16及び第2の下地膜12からなる段差を乗り越えソース・ドレイン電極層19を介して、ドレイン電極13と接続している。この場合は、エッチングの条件を制御することで、第1の層間絶縁膜18、ゲート絶縁膜16、第2の下地膜12、第1の下地膜11及び第2の層間絶縁膜20の加工端面がなだらかな斜面となるように加工する。

【0122】

本実施例ではソース・ドレイン電極層19は長く引き出されないで、より広い発光領域61を確保することができる。この場合もSiNxからなる第1の下地膜11と第2の層間絶縁膜20によりスイッチ素子（図中ではドライバトランジスタ10）が全方位に渡って囲まれるためイオンの混入が防がれて、イオンの混入によるTFTの閾値の変動を防ぐことができる。

【0123】

次に本発明の他の実施例を説明する。図13は本発明の表示装置の断面構造を示す1画素付近の模式断面図であり、上記実施例と同じ部分には同じ符号をつけて詳細な説明は省略する。本実施例では第2の下地膜12、ゲート絶縁膜16及び第1の層間絶縁膜18は画素の発光領域61において除去し、第1の下地膜11及び第2の層間絶縁膜20は除去しない。

【0124】

上記実施例では上記本発明に係る干渉条件を満足するために、少なくとも画素の発光領域では下地膜や層間絶縁膜を除去していた。しかし、本発明はこの構成に限定されるものではなく、上記本発明に係る干渉条件を満足するのであれば、発光領域において下地膜や層間絶縁膜を全て除去しなければならないわけではない。

【0125】

本実施例ではITOからなる透明電極200との屈折率差が比較的小さいSiNxから構成される第1の下地膜11及び第2の層間絶縁膜20は発光領域から除去せず、透明電極200との屈折率差が大きいSiOxから構成される第2の下地膜12、ゲート絶縁膜16及び第1の層間絶縁膜18を発光領域に相当する領域から除去した。

【0126】

この場合、SiOxからなる膜を除去することで屈折率差が大きいのは第1の下地膜11と透明基板6との界面だけとなり、反射面の数および全体の膜厚が減る。このため干渉強

度が極値（極大値や極小値）となる波長の間隔は長くでき、発光素子を構成する膜の膜厚で干渉条件を制御することで視野角による色変化を小さくすることができる。

【0127】

なお、本実施例はイオンブロック性の膜であるSiNxからなる第1の下地膜11と第2の層間絶縁膜20は発光領域から除去しないので、スイッチ素子（図中ではドライバトランジスタ10）はイオンブロック性の膜で覆われ、イオンの混入によるTFTの閾値の変動を防ぐことができる。さらに本実施例のように画素の発光領域から全ての下地膜や層間絶縁膜を除去するよりも、一部の膜を除去する方がスループットが向上し生産性が上がる。

【0128】

ここで、下地膜や層間絶縁膜のうち、発光領域から除去する膜を選択する場合は透明基板6あるいは透明電極200との屈折率の差が0.4以上の膜とするとよい。これは屈折率差が0.4以上の膜の界面では反射率2～3%以上の有意な反射が生じるため、この膜を除去すれば反射面の数および全体の膜厚が減り、干渉条件を制御するマージンがひろがる効果が大いからである。

【0129】

次に本発明の他の実施例を説明する。図14は本発明の表示装置の断面構造を示す1画素付近の模式断面図であり、上記実施例と同じ部分には同じ符号をつけて詳細な説明は省略する。

【0130】

本実施例は有機発光ダイオード素子70が形成された基板6とは反対方向から光を取り出す、いわゆるトップエミッション型のOLEDディスプレイである。このため有機発光ダイオード素子70を構成する反射電極300がドライバトランジスタ10と接続され、反射電極300が陰極として機能する場合はドライバトランジスタ10はNチャネル型のTFTとする。

【0131】

この場合、発光層から放射する光2000は、スイッチ素子を形成するゲート絶縁膜16、第1及び第2の層間絶縁膜18、20、第1及び第2の下地膜11、12には直接入射しない。このためこれらの膜を発光領域において除去する必要はない。また、発光層から放射する光は観察者1000へ向かう際、基板6を通過する必要がないので、本実施例では基板6は必ずしも透明である必要はない。

【0132】

トップエミッション型OLEDディスプレイにおいても本発明に係る干渉条件を満たす膜構成とすることで、視野角の変化による色変化は抑制される。

【0133】

なお、トップエミッション型の場合には可視光に対して透明でガスバリア性を有する透明封止部材500と基板6とを表示装置の表示部の周囲に枠状に塗布した接着性のあるシール剤により密封封止する。透明封止部材500としてはガラス板や、ガスバリアー処理を施した樹脂フィルム、薄いガラス板と樹脂フィルムを積層したものなどを用いることができる。

【0134】

この場合、封止部材500と基板6との間隙501は封止部材あるいは透明電極との屈折率差が小さくなるように屈折率1.4～2.0程度の透明体で満たすことが望ましい。これは透明電極200と間隙501との界面、あるいは間隙501と透明封止部材500との界面での反射を小さくし、これら界面での反射による干渉強度への影響を小さくするためである。

【0135】

つまり、これら界面での反射を小さくすると干渉の強度が弱まり、干渉強度の極大値と極小値の差が小さくなる。このため、視野角の変化による干渉強度の大きさの変化が小さくなり、発光スペクトルの形状変化も小さくなるので、視野角による色の変化が抑制される。

【0136】

特に、透明体の厚さを可干渉距離よりも厚い、一例として $30\mu\text{m}$ 以上とすれば、さらに干渉の影響を小さくできるため、視野角による色の変化がより抑制される。

【0137】

このように透明封止部材を用いる代わりに、透明電極200の上にガスバリア性のある無機の透明材料を積層形成する、あるいは無機の透明材料と有機の透明材料を交互に繰り返して積層することでガスバリア性を持たせた膜を積層形成することで封止してもよい。この場合、透明電極200から外気に至る膜の構成により干渉強度へ影響がないようにすることが望ましい。

【0138】

例えば、異なる材料を積層する場合は屈折率差が小さい材料を選択することで界面での反射を小さくして干渉強度への影響を小さくしたり、膜厚を可干渉距離よりも厚い、一例として、 $30\mu\text{m}$ 程度以上とすることで干渉強度への影響を無くすることが望ましい。

【0139】

次に本発明の他の実施例を説明する。OLEDディスプレイのフルカラー化に関してはいくつかの方式が提案・実証されており、上記実施例のように3原色（赤色、緑色、青色）の発光素子からなる画素を直接塗りわける方式（以下、RGB並置型）のほかに、白色発光と赤色、緑色、青色の3原色のカラーフィルタを組み合わせた方式（以下、RGB by white法）が提案されている。RGB by white法は作成する発光層が白色の1種類だけなので、製造が容易という特長を有する。

【0140】

本実施例の表示装置は、上記実施例において、赤色発光、緑色発光、青色発光に塗り分けられていた有機膜を全て白色発光の有機膜とし、発光素子の光取り出し側に赤色表示用の画素であれば赤色の光を透過するカラーフィルタ、緑色表示用の画素であれば緑色の光を透過するカラーフィルタ、青色表示用の画素であれば青色の光を透過するカラーフィルタ、を備えること以外、基本的な構成は上記実施例と同じであるため、同じ部分については詳細な説明は省略する。カラーフィルタは染色法、顔料分散法、あるいは印刷法などの公知の技術によって塗り分ければよい。

【0141】

白色発光を実現する有機膜としては、発光色の異なる複数の発光層を積層する構成と、一つの発光層中に発光色が異なる色素をドーピングする構成がある。

【0142】

前者の構成としては例えばTPD、Alq3のAlq3を部分的にナイルレッドでドーピングし、さらに1, 2, 4-トリアゾール誘導体(TAZ)を組合せたものがある。また、後者としてはPVKに3種類の色素、例えば1, 1, 4, 4-テトラフェニル-1, 3-ブタジエン(TPB)、クマリン6、DCM1をドーピングしたものがある。いずれにせよ、白色発光の有機膜としては発光効率が高く、寿命の長い白色発光が得られるものを用いることが望ましい。

【0143】

図15は本実施例の視野角 0° における干渉強度の波長依存性と、発光強度が極大値となる最も短い波長との関係を示す図である。白色発光の有機発光ダイオード素子の発光強度には可視波長領域に複数の極大値が存在する。

【0144】

このため、視野角による色の変化を小さくするには干渉強度の極値となる波長が視野角が変わっても、発光強度が極大値となる複数の波長と重ならないことが必要となる。このため、干渉の条件としては、図15に例示するとおり、干渉強度が視野角 0° において極大値となる波長が、可視波長域において発光強度が極大値となる最も短い波長よりも短く、さらに干渉強度が極小値となる波長が可視波長領域に存在しないことが望ましい。

【0145】

この場合も上記実施例と同様に、干渉強度の極大値や極小値は視野角が増加すると短波長側に移動するが、視野角が大きくなっても発光波長領域に干渉強度の極大値や極小値が移動してくることがないので、発光スペクトルの形状はほとんど変化しない。このため視野角が変化しても色の変化は小さく抑えられる。

【0146】

なお、これまで述べてきた実施例のOLEDディスプレイには外光反射を抑制するための手段として偏光板と1/4波長フィルムからなる、いわゆる円偏光板を設けるとよい。円偏光板はボトムエミッション型であれば透明基板の観察者側に、トップエミッション型であれば透明封止部材の観察者側に配置するとよい。円偏光板を備えたOLEDディスプレイでは、配線や反射電極などによる外光の反射が円偏光板の作用により低減できるため、明るい環境下でも高いコントラスト比を実現することができる。

【0147】

また、表示装置の表示部を構成する画素の配置はストライプ配置、モザイク配置、デルタ配置などいずれの配置でもよく、表示装置の仕様に合せて適切な配置を選択すればよい。

【0148】

なお、本発明は上記実施例の構成に限定されるものではなく、本発明で規定する干渉強度の条件を満足するという技術思想を逸脱することなく種々の変更が可能であることはいうまでもない。

【0149】

したがって、これまで述べてきたアクティブマトリクス駆動型のOLEDディスプレイに限定されるものではない。すなわち、TFTなどのスイッチング素子を設けずに発光素子の電極をそれぞれ垂直走査線、水平走査線に直結して駆動する単純マトリクス駆動型の表示装置に適用してもよい。また、発光素子としては有機発光ダイオード素子だけでなく無機のエレクトロルミネッセンス素子に適用してもよい。

【発明の効果】

以上のとおり、本発明によれば、有機発光ダイオード素子などの光の干渉の影響を受ける発光素子を備える表示装置において、視野角が変わっても色の変化が小さい表示装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の表示装置の一実施例の構成を示す1画素付近の模式断面図である。

【図2】本発明の表示装置の画素部の構造の一実施例を示す一部平面図である。

【図3】本発明の表示装置の全体のレイアウトを模式的に示すブロック図である。

【図4】本発明の表示装置の表示部に構成されたアクティブマトリクスの等価回路図である。

【図5】本発明の表示装置の製造工程の一例を示す1画素付近の断面を工程順に説明する模式図である。

【図6】本発明の表示装置の製造工程の一例を示す1画素付近の断面を工程順に説明する模式図である。

【図7】本発明の表示装置の製造工程の一例を示す1画素付近の断面を工程順に説明する模式図である。

【図8】本発明の表示装置の一実施例の視野角0°における干渉強度の波長依存性と発光強度が最大値となる波長との関係を示す図である。

【図9】本発明の表示装置の発光スペクトルの視野角依存性の一例を示す図である。

【図10】本発明の表示装置の一実施例の色度の視野角依存性を示す図である。

【図11】本発明の表示装置の一実施例の視野角0°における赤色発光画素の発光領域における干渉強度の波長依存性と発光強度が最大値となる波長との関係を示す図である。

【図12】本発明の表示装置の一実施例の構成を示す1画素付近の模式断面図である。

【図13】本発明の表示装置の一実施例の構成を示す1画素付近の模式断面図である。

【図14】本発明の表示装置の一実施例の構成を示す1画素付近の模式断面図である。

【図15】本発明の表示装置の一実施例の視野角 0° における干渉強度の波長依存性と、発光強度が極大値となる最も短い波長との関係を示す図である。

【図16】従来の有機発光ダイオード素子の一例を示す一部概略断面図である。

【図17】従来の表示装置の1画素付近の模式断面図である。

【図18】従来の表示装置の発光スペクトルの視野角依存性の一例を示す図である。

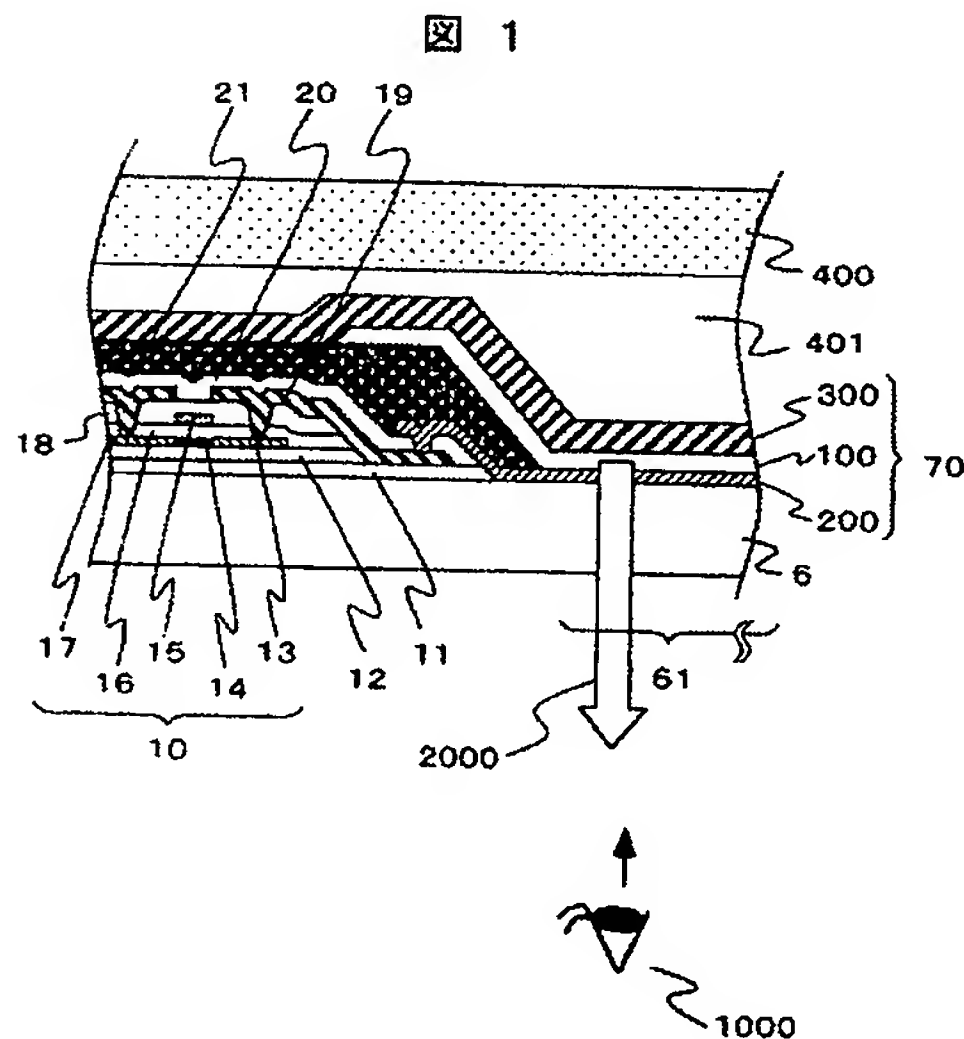
【図19】従来の表示装置の色度の視野角依存性の一例を示す図である。

【図20】従来の表示装置の干渉強度の視野角依存性を試算した結果の一例を示す図である。

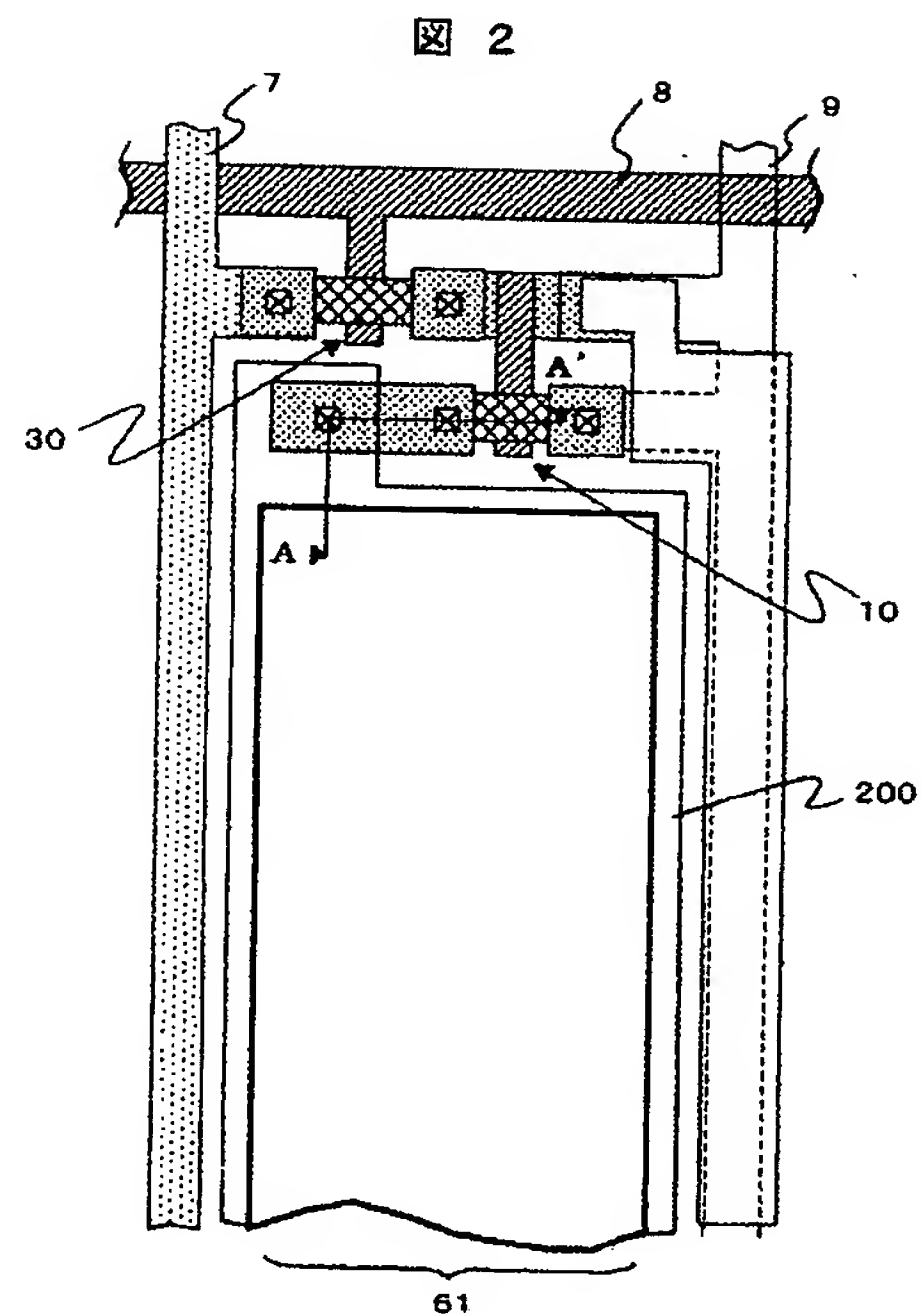
【符号の説明】

1…表示装置、2…表示部、3…データ駆動回路、4…走査駆動回路、6…透明基板、7…データ線、8…ゲート線、9…共通電位配線、10…ドライバトランジスタ、11…第1の下地膜、12…第2の下地膜、13, 17…ソース・ドレイン領域、14…チャネルポリシリコン層、15…ゲート電極、16…ゲート絶縁膜、18…第1の層間絶縁膜、19…ソース・ドレイン電極層、20…第2の層間絶縁膜、21…第3の層間絶縁膜、30…スイッチトランジスタ、40…蓄積容量、60…画素、61…発光領域、70…有機発光ダイオード素子、100…有機膜、200…透明電極、300…反射電極、400…封止手段、401…間隙。

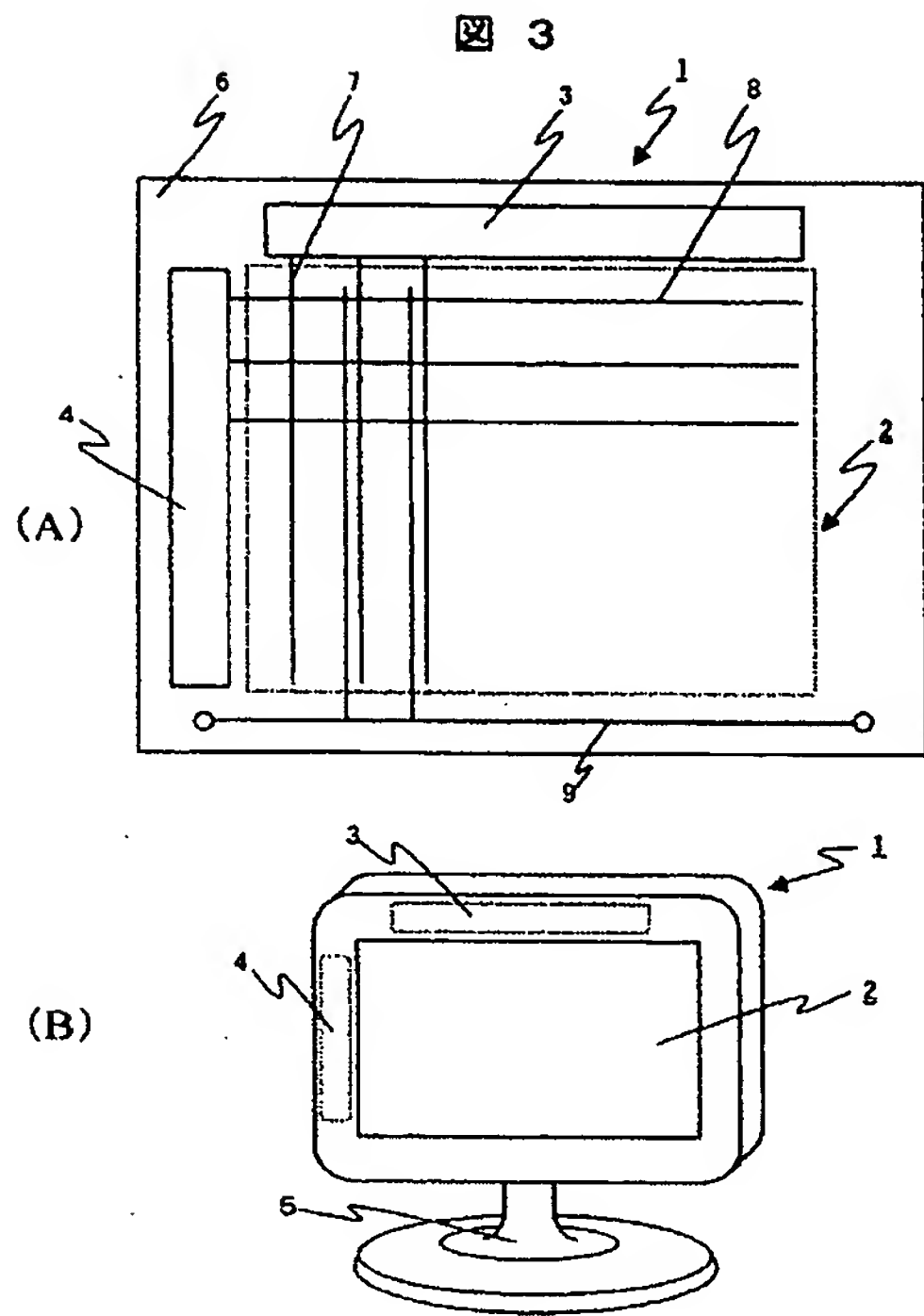
【図1】



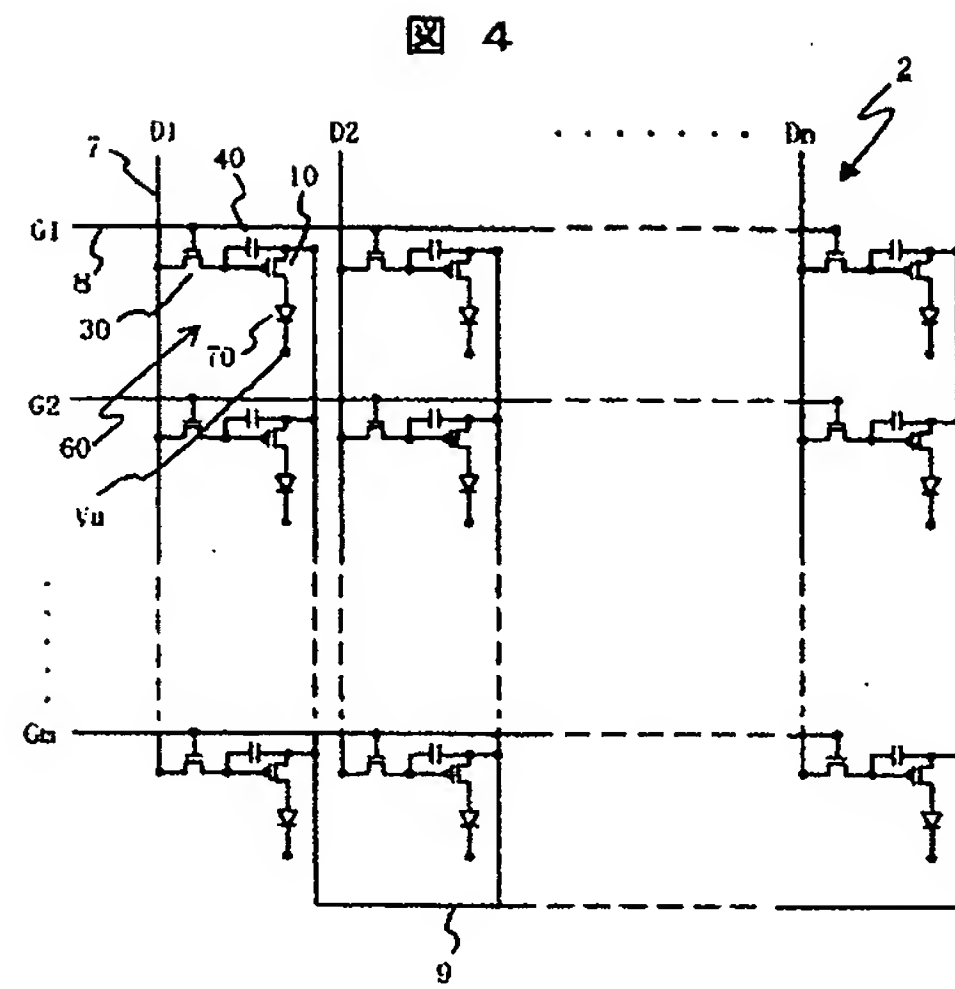
【図2】



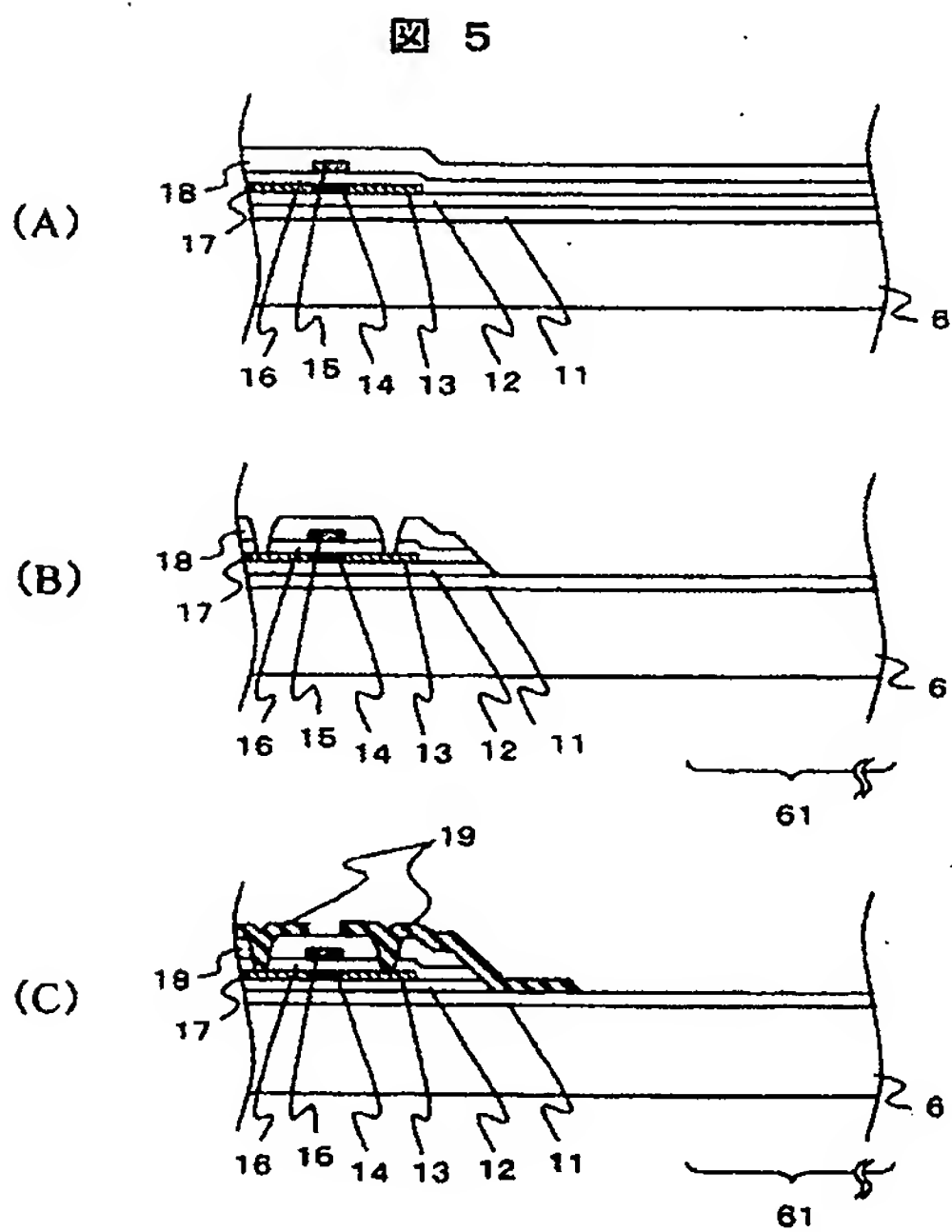
【図3】



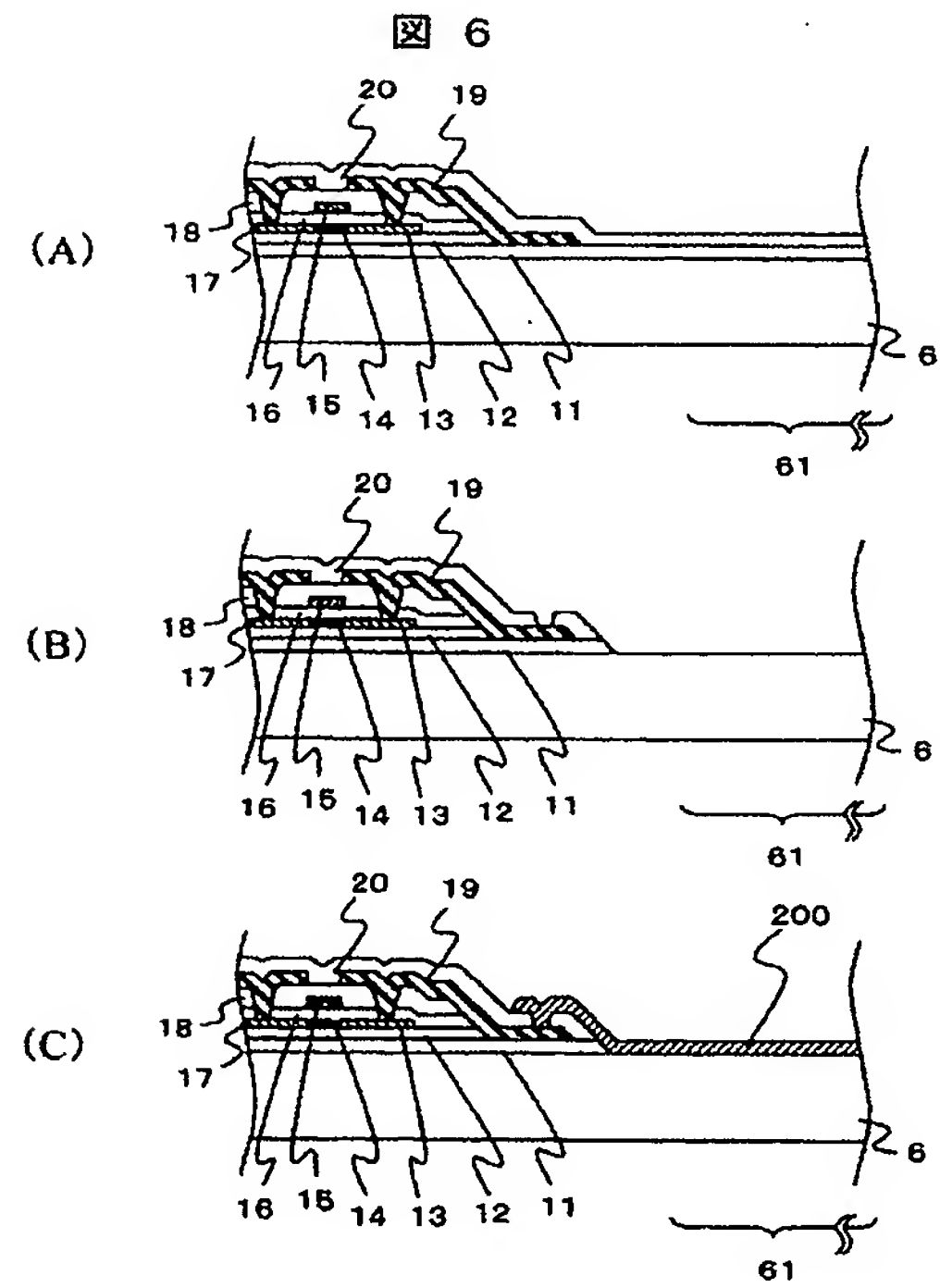
【図4】



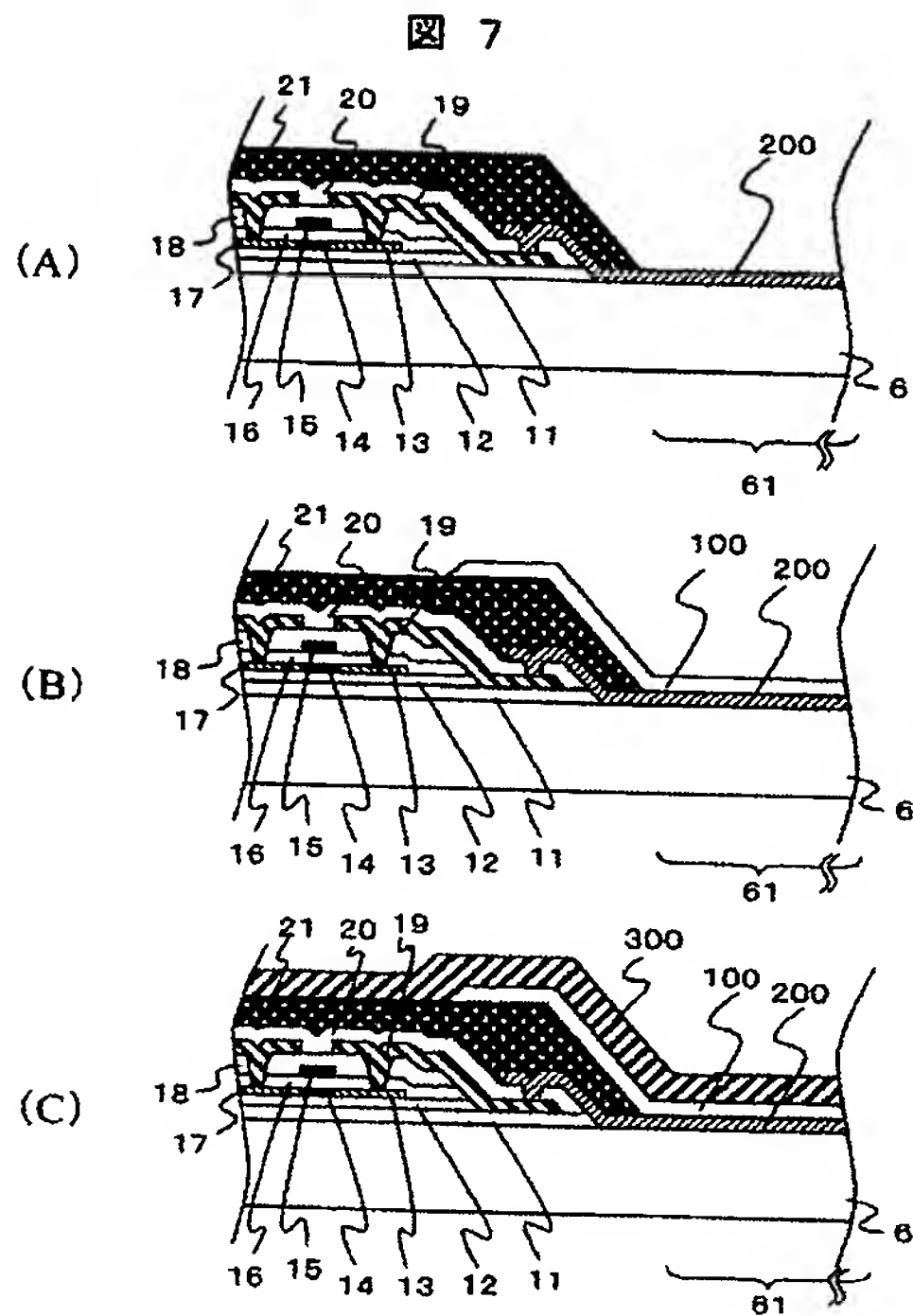
【図5】



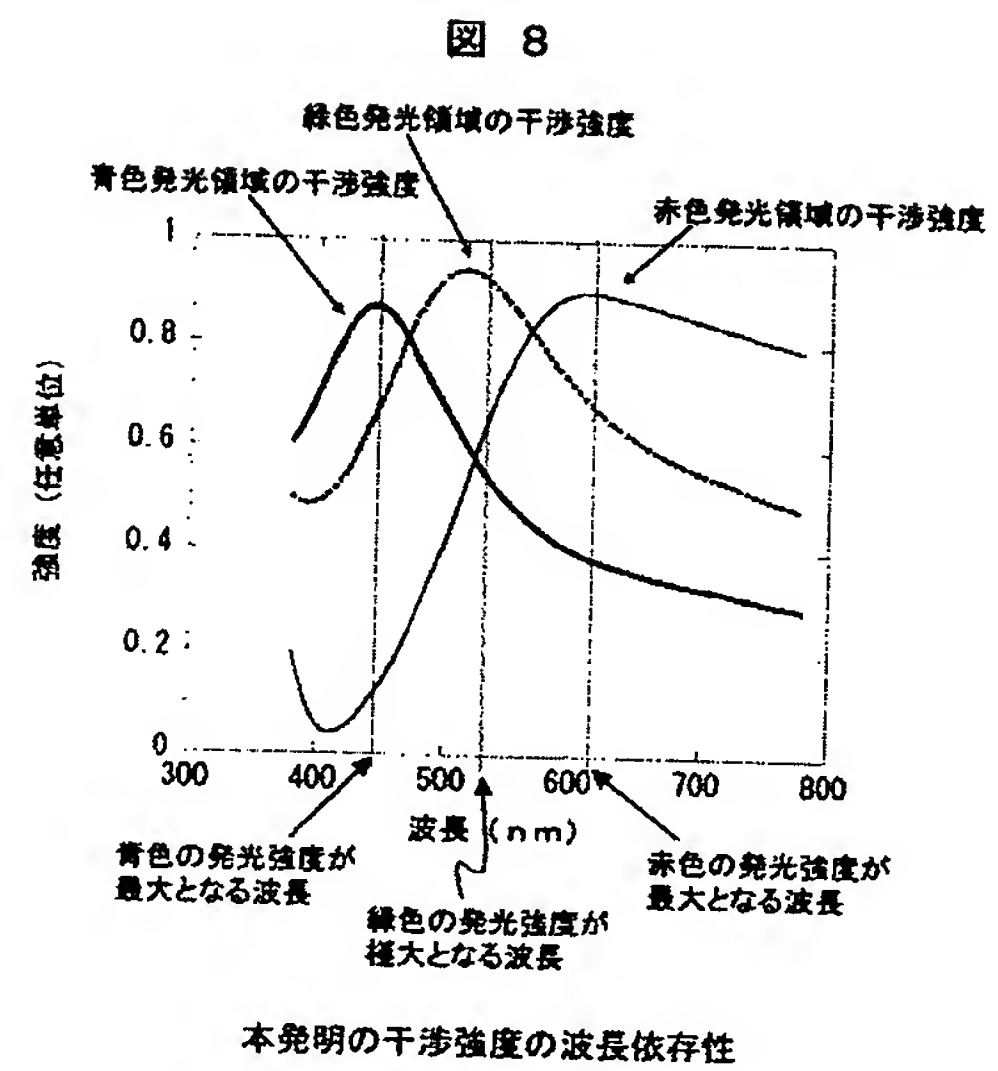
【図6】



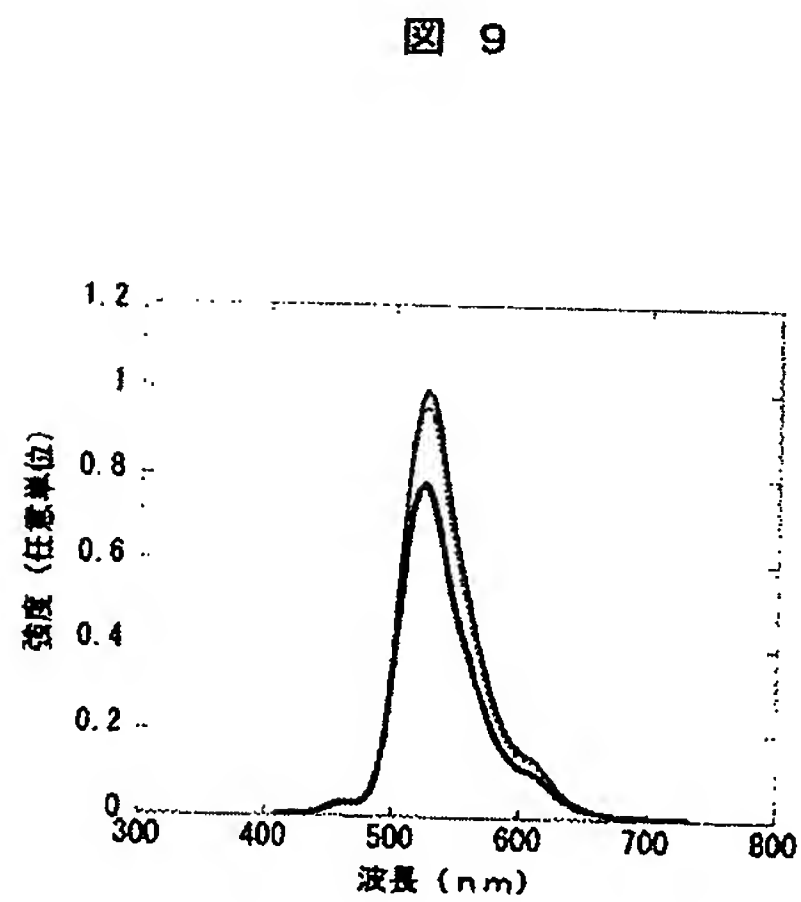
【図7】



【図8】

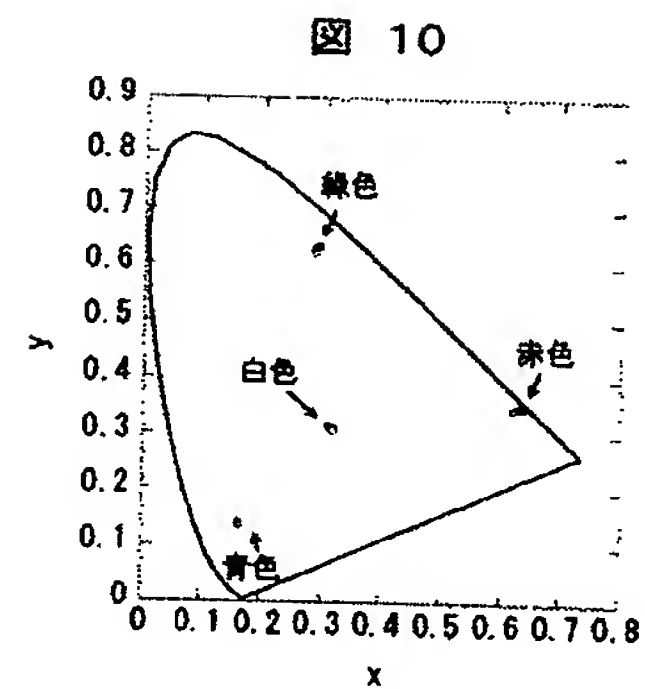


【図9】

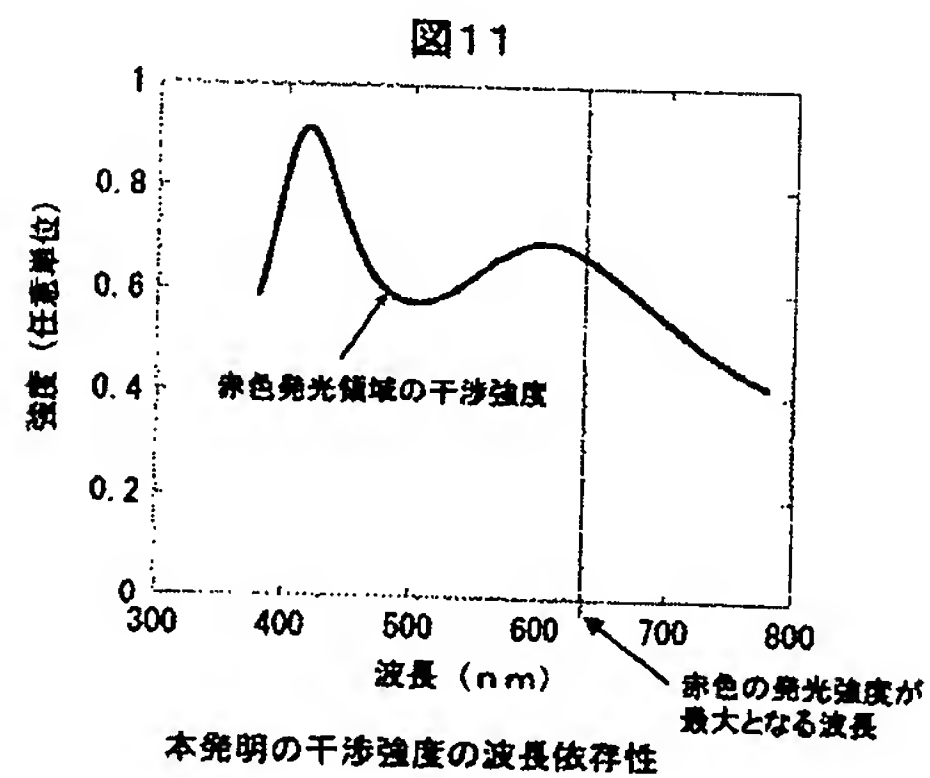


本発明に係る緑色の発光スペクトルの一例

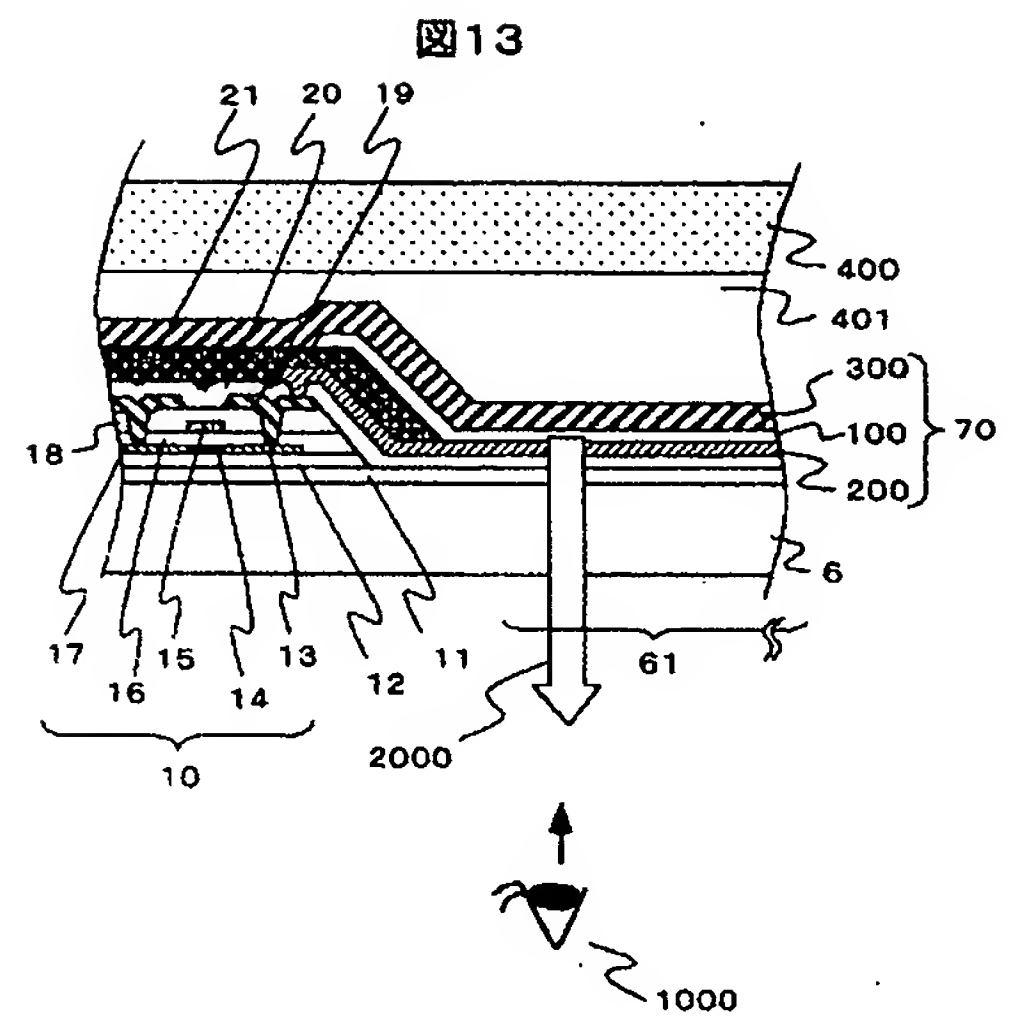
【図10】



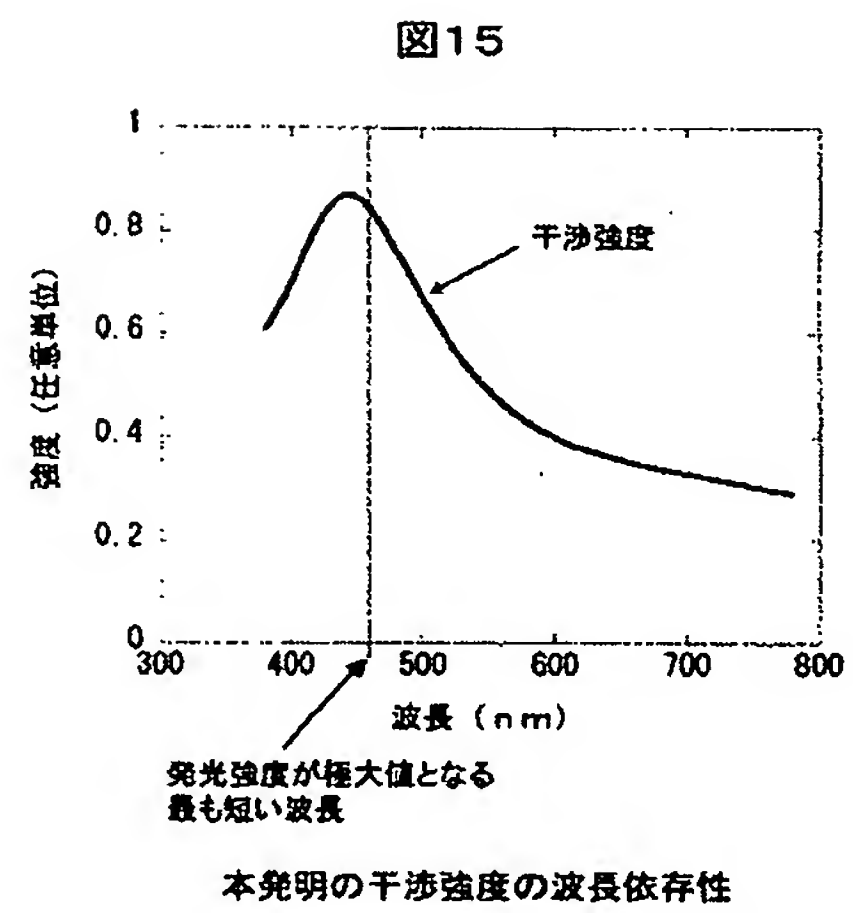
【図11】



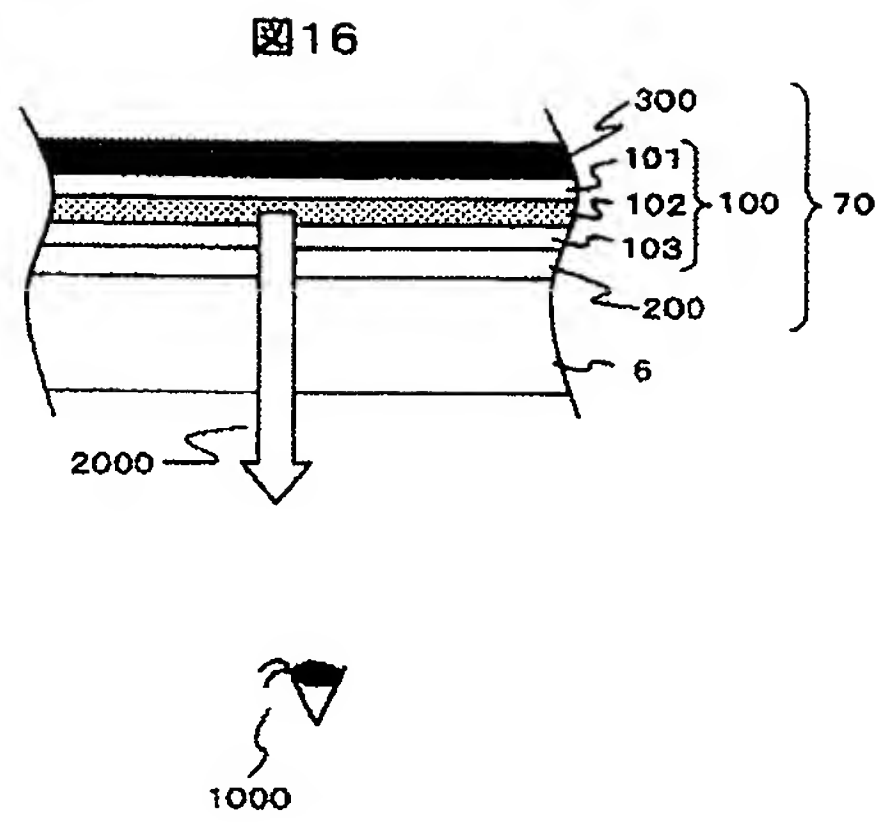
【図13】



【図15】

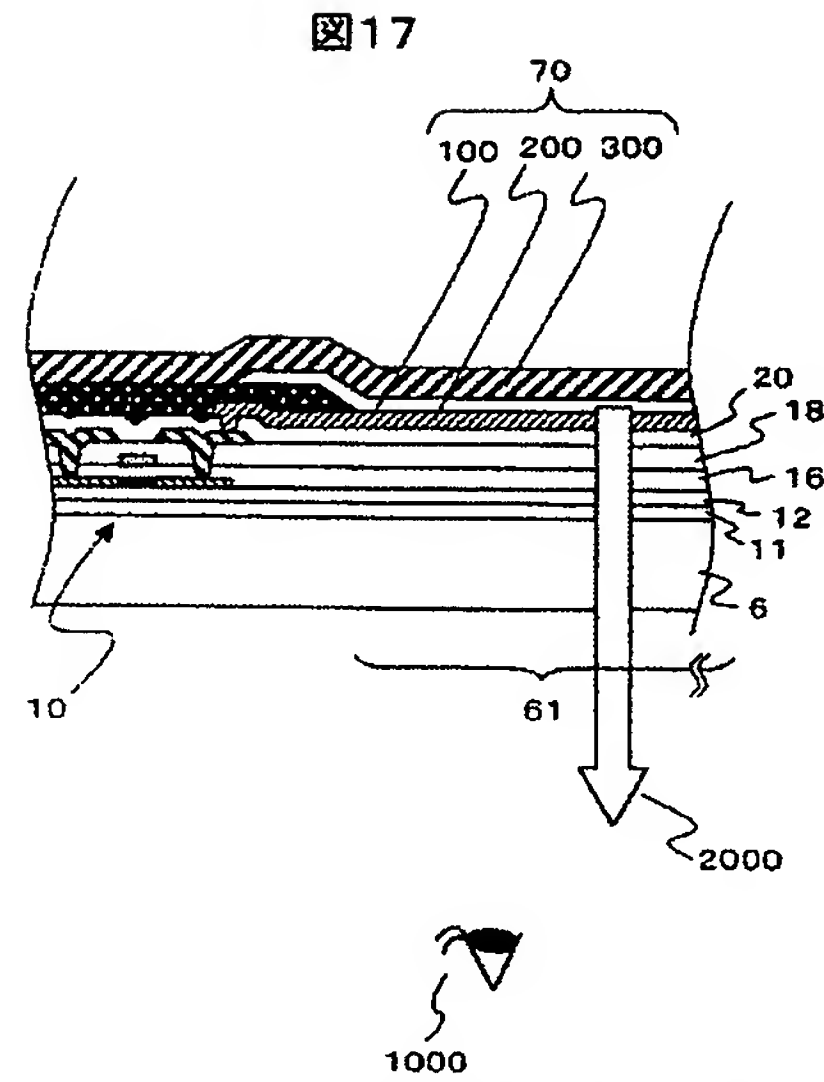


【図16】



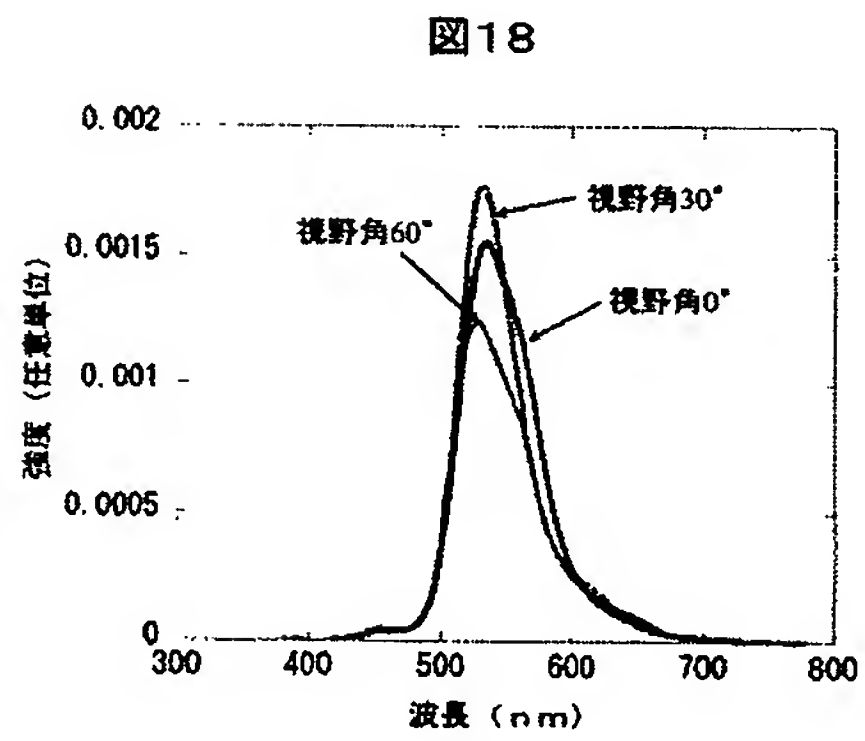
従来技術における有機発光ダイオードの一例

【図17】



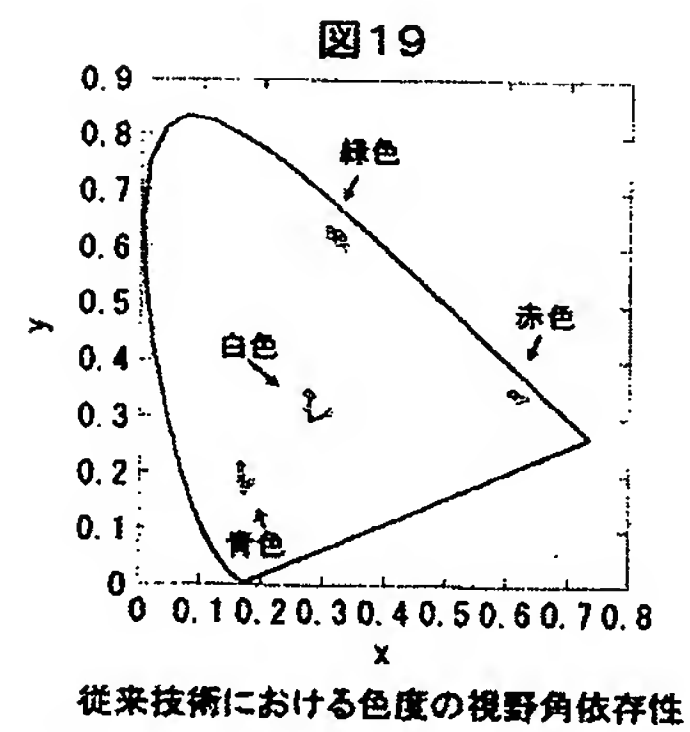
従来技術における発光表示装置の一例

【図18】



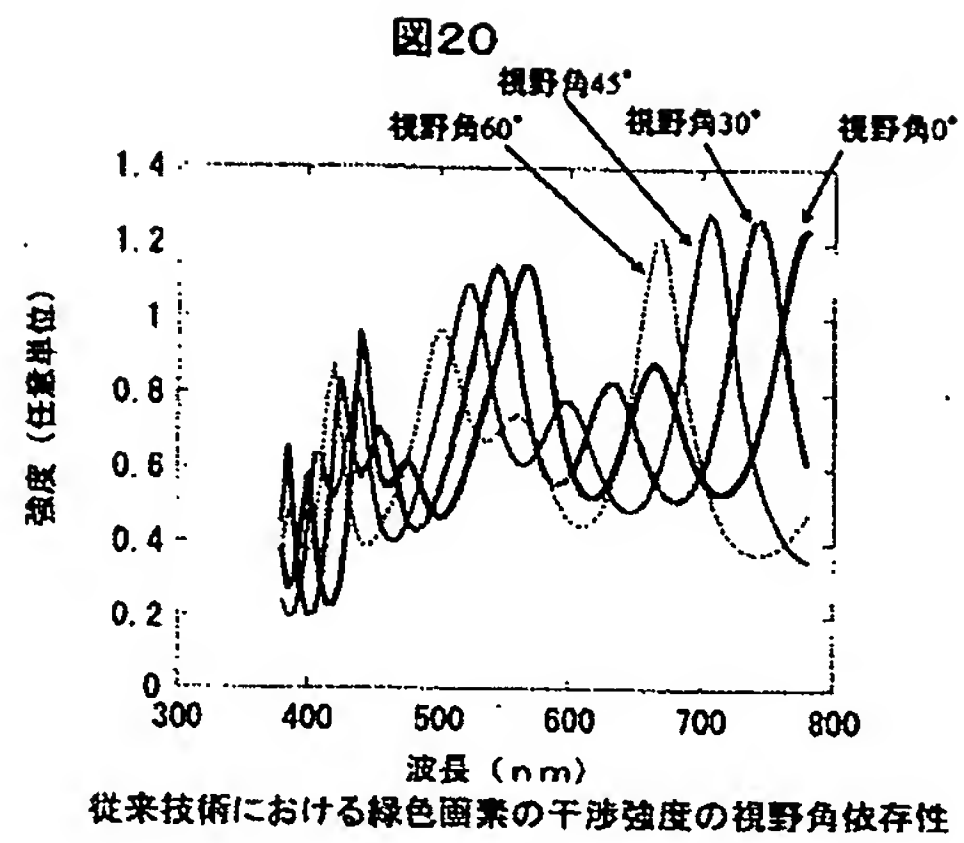
従来技術における緑色画素の発光スペクトルの一例

【図19】



従来技術における色度の視野角依存性

【図20】



(72)発明者 佐藤 敏浩

千葉県茂原市早野3300番地

株式会社日立ディスプレイズ内

(72)発明者 徳田 尚紀

千葉県茂原市早野3300番地

株式会社日立ディスプレイズ内

Fターム(参考) 3K007 AB04 AB17 BA06 DB03 EA04 FA01

5C094 AA12 BA03 BA26 BA29 CA19 CA24 DA13 DA14 DA15 EA05

ED01 JA11 JA13